

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOTIKA MENGGUNAKAN
MOBILE ROBOT MANIPULATOR BERBASIS KOMUNIKASI DATA *WI-FI*
DENGAN PROTOKOL *TCP/IP***

TUGAS AKHIR SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan



Oleh :
Arif Nugroho
NIM 12518244003

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MEKATRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan Judul

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOTIKA MENGGUNAKAN
MOBILE ROBOT MANIPULATOR BERBASIS KOMUNIKASI DATA *WI-FI*
DENGAN PROTOKOL *TCP/IP***

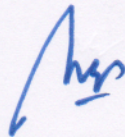
Disusun oleh :

Arif Nugroho
NIM 12518244003

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

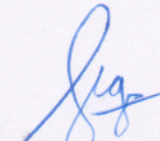
Yogyakarta, 1 Juli 2016

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Pendidikan Teknik Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, M.Cs
NIP. 19650829 199903 1 001

Disetujui,
Dosen Pembimbing,



Sigit Yatmono, MT
NIP. 19730125 199903 1 001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arif Nugroho

NIM : 12518244003

Prodi : Pendidikan Teknik Mekatronika

Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan
Mobile Robot Manipulator Berbasis Komunikasi Data *Wi-Fi*
dengan Protokol *TCP/IP*

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri di bawah tema penelitian payung dosen atas nama Herlambang Sigit Pramono, M.Cs, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta Tahun 2016. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 26 Juli 2016

Yang menyatakan,

Arif Nugroho
NIM. 12518244003

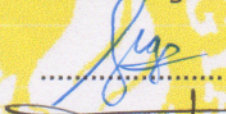
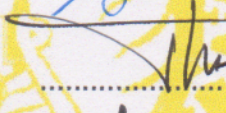

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOTIKA MENGGUNAKAN MOBILE ROBOT MANIPULATOR BERBASIS KOMUNIKASI DATA WI-FI DENGAN PROTOKOL TCP/IP

Disusun oleh:
Arif Nugroho
NIM 12518244003

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi Program
Studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri
Yogyakarta pada tanggal 15 Juli 2016

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Sigit Yatmono, MT</u> Ketua Penguji/Pembimbing		22-7-16
<u>Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd</u> Sekretaris		27/7/16
<u>Rustam Asnawi, MT, Ph.D</u> Penguji		22-07-'16

Yogyakarta, 27 Juli 2016

Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Widarto, M.Pd
NIP. 19631230 198812 1 001

MOTTO

"Sesungguhnya setelah ada kesulitan pasti ada kemudahan"

(QS. Al Insyirah : 6)

"Mudahkanlah dan janganlah engkau persulit orang lain dan berilah kabar gembira pada mereka, jangan membuat mereka menjadi lari"

(HR. Bukhari)

"Allah tidak akan mengubah kondisi suatu kaum sampai mereka mengubahnya sendiri"

(QS Al-Ra'du : 11)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- ❖ Ibu dan Bapak (Alm) yang senantiasa membimbingku dengan penuh rasa kasih sayang. Terima kasih atas segala do'a, usaha, perjuangan, perhatian, dorongan, dan materi yang tak tergantikan.
- ❖ Saudaraku : Mbak Leyli Inayah dan Mbak Yuli Fatmawati yang selalu memberikan nasihat dan semangat kepadaku.
- ❖ Guru-guruku yang senantiasa mengajarkan ilmu serta memberikan nasihat kepadaku hingga dapat mengantarkanku sampai jenjang ini.
- ❖ Teman-teman Pendidikan Teknik Mekatronika kelas F 2012 yang telah memberikan pengalaman, persahabatan yang tak terlupakan.
- ❖ Teman-teman Tim Robot Universitas Negeri Yogyakarta yang selama ini menjadi keluarga yang banyak sekali memberikan pelajaran, persahabatan, dan arti sebuah perjuangan.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOTIKA MENGGUNAKAN MOBILE ROBOT MANIPULATOR BERBASIS KOMUNIKASI DATA *WI-FI* DENGAN PROTOKOL *TCP/IP*

Oleh:
Arif Nugroho
NIM.12518244003

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengembangan robot manipulator, (2) mengetahui unjuk kerja robot manipulator, (3) mengetahui tingkat kelayakan robot manipulator, (4) mengetahui pencapaian hasil belajar peserta didik pada mata kuliah Praktik Robotika.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development* dengan model ADDIE. Metode pengumpulan data menggunakan angket dan tes berupa *pretest* dan *posttest*. Pengujian kelayakan produk dilakukan oleh ahli media, ahli materi, dan mahasiswa Pendidikan Teknik Mekatronika yang sedang menempuh mata kuliah praktik robotika. Teknik analisis data menggunakan analisis deskriptif.

Hasil penelitian ini adalah: (1) pengembangan sistem komunikasi robot manipulator menggunakan protokol *TCP/IP client-server*, sedangkan pengembangan pengolahan citra digital menggunakan metode *thresholding*, *gaussian blur*, *dilation*, *erosion*, dan *circle hough transform*, (2) aplikasi *server* robot manipulator dapat berkomunikasi dengan aplikasi *client* pada PC pengguna dengan persentase keberhasilan 100%, robot manipulator dapat menentukan arah objek melalui kamera *webcame* dengan mengukur posisi koordinat x, y, dan radius objek berdasarkan pemetaan matriks gambar 8 x 6, robot manipulator dapat mendeteksi objek dengan jarak maksimum 1 meter. (3) tingkat kelayakan robot manipulator berdasarkan penilaian oleh ahli media mendapatkan persentase 88,8% dengan kategori "sangat layak", penilaian oleh ahli materi mendapatkan persentase 83,13% dengan kategori "sangat layak", dan penilaian oleh peserta didik mendapatkan persentase 85 % dengan kategori "sangat layak", (4) hasil penilaian *pretest* mendapatkan nilai rata-rata 30,35, sedangkan hasil penilaian *posttest* mendapatkan nilai rata-rata 60,71 yang berarti penggunaan robot manipulator sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan nilai rata-rata sebesar 30,35.

Kata kunci : *Robot Manipulator, ADDIE, Praktik Robotika.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Skripsi dengan judul "Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* Berbasis Komunikasi Data *Wi-Fi* dengan Protokol *TCP/IP*". Tugas akhir skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dari beberapa pihak. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Sigit Yatmono, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan, dan masukan kepada penulis.
2. Mutaqin, M.Pd, MT dan Yuwono Indro Hatmojo, M.Eng selaku validator instrumen, Herlambang Sigit Pramono, M.Cs dan Moh Khairudin, Ph.D selaku validator media, serta Deny Budi Hertanto, M.Kom dan Andik Asmara, M.Pd selaku validator materi.
3. Sigit Yatmono, MT selaku ketua penguji, Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd selaku sekretaris, dan Rustam Asnawi, MT, Ph.D selaku penguji yang memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap Tugas Akhir Skripsi ini.
4. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Yogyakarta.
5. Herlambang Sigit Pramono, M.Cs selaku Ketua Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika dan sekaligus yang telah memberikan payung penelitian di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro.

6. Dr. Widarto, M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
7. Ilmawan Mustaqim, S.PdT, MT selaku dosen Pembimbing Akademik sehingga penelitian ini dapat terlaksana sesuai dengan tujuan.
8. Keluarga tercinta yang telah memberikan semangat dan pengorbanan yang luar biasa.
9. Teman-teman Pendidikan Teknik Mekatronika Kelas E 2013 yang telah membantu peneliti dalam proses pengambilan data Tugas Akhir Skripsi.
10. Sahabat-sahabat seperjuangan Pendidikan Teknik Mekatronika kelas F 2012 yang telah banyak memberikan motivasi dan kenangan yang tak terlupakan.
11. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah diberikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapat balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 26 Juli 2016

Penulis,

Arif Nugroho
NIM. 12518244003

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan.....	6
G. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
A. Kajian Teori	9
1. Pembelajaran	9
2. Media Pembelajaran.....	9
3. Evaluasi Hasil Belajar	12
4. Mata Kuliah Praktik Robotika.....	12
5. Penelitian dan Pengembangan	13
6. One Group Pretest-Posttest Design.....	15
7. Wi-Fi	16
8. Protokol TCP/IP	16

9. Client dan Server	20
10. Robot Manipulator	22
11. Pengolahan Citra Digital	35
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	43
C. Kerangka Berpikir	45
D. Pertanyaan Penelitian.....	48
BAB III METODE PENELITIAN	49
A. Model Pengembangan	49
B. Prosedur Pengembangan.....	49
C. Lokasi dan Waktu Penelitian	53
D. Subjek Penelitian	53
E. Metode dan Alat Pengumpulan Data	53
F. Teknik Analisis Data.....	60
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	64
A. Deskripsi Data Uji Coba	64
B. Analisis Data	81
C. Kajian Produk	90
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	91
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	98
A. Simpulan	98
B. Keterbatasan Produk.....	99
C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut.....	99
D. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA.....	101
LAMPIRAN	104

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Pertanyaan Aspek Media Pembelajaran.....	11
Tabel 2. Spesifikasi Raspberry Pi 2 Model B.....	24
Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Angket Kelayakan Media Pembelajaran.....	54
Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Angket Kelayakan Materi Pembelajaran.....	56
Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen Tes.....	57
Tabel 6. Kategori Koefisien Reliabilitas.....	60
Tabel 7. Alternatif Jawaban dan Pembobotan Skor.....	61
Tabel 8. Kategori Penilaian.....	62
Tabel 9. Hasil Proses Analisis.....	64
Tabel 10. Daftar Komponen Penyusun Robot.....	68
Tabel 11. Hasil Pengujian Driver Motor.....	75
Tabel 12. Data Hasil Penilaian Ahli Media.....	79
Tabel 13. Data Hasil Penilaian Ahli Materi.....	79
Tabel 14. Data Hasil Uji Pengguna.....	80
Tabel 15. Ujian Operasional Pretest dan Posttest.....	81
Tabel 16. Kriteria Kelayakan Media Pada Aspek Kebermanfaatan.....	82
Tabel 17. Tingkat Kelayakan Media Pada Aspek Kebermanfaatan.....	82
Tabel 18. Kriteria Kelayakan Media Pada Aspek Perangkat Media.....	83
Tabel 19. Tingkat Kelayakan Media Pada Aspek Perangkat Media.....	83
Tabel 20. Kriteria Kelayakan Media Pada Aspek Keterkaitan Media.....	84
Tabel 21. Tingkat Kelayakan Media Pada Aspek Keterkaitan Media.....	84
Tabel 22. Kriteria Kelayakan Media Pada Semua Aspek.....	85
Tabel 23. Tingkat Kelayakan Media Pada Semua Aspek.....	85
Tabel 24. Kriteria Kelayakan Materi Pada Aspek Kualitas Materi.....	86
Tabel 25. Tingkat Kelayakan Materi Pada Aspek Kualitas Materi.....	86
Tabel 26. Kriteria Kelayakan Materi Pada Aspek kebermanfaatan.....	86
Tabel 27. Tingkat Kelayakan Materi Pada Aspek kebermanfaatan.....	86
Tabel 28. Kriteria Kelayakan Materi Pada Semua Aspek.....	87
Tabel 29. Tingkat Kelayakan Materi Pada Semua Aspek.....	87
Tabel 30. Tingkat kelayakan Media Pembelajaran oleh Pengguna.....	88
Tabel 31. Kategori Nilai Pretest dan Posttest.....	89
Tabel 32. Analisis Hasil Pretest dan Posttest.....	89
Tabel 33. Uji Reliabilitas Pengguna.....	90
Tabel 34. Hasil Uji Ahli Media.....	91
Tabel 35. Hasil Uji Ahli Materi.....	92
Tabel 36. Hasil Uji Pengguna Akhir.....	93
Tabel 37. Pencapaian Hasil Belajar Peserta Didik.....	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Model ADDIE Menurut Robert Maribe Branch.....	14
Gambar 2. One Group Pretest Posttest.....	15
Gambar 3. Lapisan TCP/IP.....	18
Gambar 4. Mekanisme Pengiriman Data TCP/IP.....	19
Gambar 5. Mekanisme Pengiriman Data UDP.....	19
Gambar 6. Ilustrasi Komunikasi Jaringan Client Server.....	21
Gambar 7. Raspberry Pi 2 Model B.....	23
Gambar 8. Kontroler CM-530.....	25
Gambar 9. Dynamixel AX 12A.....	26
Gambar 10. Arah Putaran Sudut Dynamixel AX-12A.....	26
Gambar 11. Motor DC dengan Gearbox.....	27
Gambar 12. Pensinyalan Motor DC.....	27
Gambar 13. Motor Servo.....	28
Gambar 14. Pensinyalan motor servo.....	29
Gambar 15. Kamera Webcam Logitech C525.....	30
Gambar 16. Wireless Access Point.....	31
Gambar 17. USB Wi-Fi Adapter TP Link WN823N.....	31
Gambar 18. Raspbian Wheezy.....	32
Gambar 19. RoboPlus Task.....	34
Gambar 20. RoboPlus Motion.....	34
Gambar 21. RoboPlus Manager.....	35
Gambar 22. Matrik Citra Digital.....	36
Gambar 23. Sistem Koordinat HSV.....	37
Gambar 24. Algoritma Binerisasi Citra.....	37
Gambar 25. Proses Dilation.....	39
Gambar 26. Proses Erosion.....	40
Gambar 27. Proses Opening.....	41
Gambar 28. Proses Closing.....	42
Gambar 29. Circle Hough Transform.....	43
Gambar 30. Kerangka Pikir.....	47
Gambar 31. Alur Prosedur Penelitian.....	49
Gambar 32. Kurva Distribusi Normal 4 Kriteria.....	62
Gambar 33. Sistem Robot.....	69
Gambar 34. Algoritma Robot.....	70
Gambar 35. Desain Robot Manipulator.....	71
Gambar 36. Program Client.....	72
Gambar 37. Program Navigasi Robot Manipulator.....	72
Gambar 38. Program Server.....	73

Gambar 39. Pengujian Raspberry Pi	74
Gambar 40. Hasil Pengujian Raspberry Pi	75
Gambar 41. Pengiriman Data Pada Program Client	76
Gambar 42. Penerimaan Data oleh Server	76
Gambar 43. Pengambilan Gambar	77
Gambar 44. Pengujian Data Objek	77
Gambar 45. Uji Kelayakan Aspek Media Pembelajaran	92
Gambar 46. Uji Kelayakan Aspek Materi Pembelajaran	92
Gambar 47. Uji Kelayakan Aspek Pengguna	93
Gambar 48. Tingkat Kelulusan	94

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Labsheet.....	104
Lampiran 2. Lembar Instrumen Media Pembelajaran.....	127
Lampiran 3. Lembar Instrumen Materi Pembelajaran.....	130
Lampiran 4. Lembar Instrumen Pengguna.....	133
Lampiran 5. Lembar Instrumen Pretest.....	136
Lampiran 6. Lembar Instrumen Posttest.....	143
Lampiran 7. Validasi Instrumen TAS.....	150
Lampiran 8. Hasil Validasi Kelayakan Media Pembelajaran.....	156
Lampiran 9. Hasil Validasi Kelayakan Materi Pembelajaran.....	162
Lampiran 10. Hasil Analisis Data.....	168
Lampiran 11. Surat Ijin Penelitian	175

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan merupakan sektor yang sangat tepat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) karena sektor pendidikan mempunyai peranan yang sangat besar dalam upaya menyadarkan anak bangsa terhadap pentingnya menuntut ilmu. Instansi pendidikan tinggi merupakan salah satu jenjang pendidikan yang dapat melahirkan insan cendekia yang berpikir kritis terhadap perkembangan zaman yang mampu memaknai esensi keilmuannya sebagai modal dalam memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Era globalisasi selalu diiringi dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, salah satunya adalah perkembangan di bidang robotika. Robotika merupakan bidang ilmu yang mentransformasikan suatu bentuk kecerdasan manusia terhadap suatu alat yang yang dapat difungsikan sesuai dengan kebutuhan manusia. Robot merupakan bentuk representasi kecerdasan manusia yang tertanam pada sebuah alat yang mempunyai struktur mekanik, elektronik, sensor, aktuator, serta otak robot. Sampai saat ini, kehadiran robot sangat membantu manusia dalam mengerjakan sesuatu dengan cepat dan efektif. Salah satu contohnya adalah proses produksi di suatu industri. Perkembangan teknologi robot yang ada di industri juga harus selaras dengan perkembangan Sumber Daya Manusia (SDM) yang ada di Indonesia agar generasi penerus dapat melanjutkan estafet perjuangan serta mampu bersaing secara global dalam bidang ilmu

pengetahuan dan teknologi. Salah satu upaya untuk mengembangkan kualitas sumber daya manusia yaitu melalui pendidikan yang sampai saat ini merupakan sarana yang paling efektif dalam melahirkan generasi emas Indonesia.

Pendidikan Teknik Mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta merupakan salah satu program studi yang memfokuskan tentang bagaimana cara belajar dan mengajarkan sesuatu yang berkaitan dengan kompetensi di bidang otomasi industri. Salah satu pengetahuan yang diberikan kepada peserta didik bidang mekatronika adalah tentang robotika.

Robotika merupakan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh dalam menghasilkan lulusan sarjana di bidang Mekatronika. Mata kuliah ini membekali ilmu pengetahuan tentang bagaimana cara merancang robot hingga pada bagaimana cara pembuatan bagian mekanik, elektronik dan sistem kendali suatu robot. Sehingga setelah selesai mengikuti mata kuliah Praktik Robotika, peserta didik dapat mengenal dan memahami prinsip pembuatan robot secara keseluruhan yang nantinya akan menjadi bekal bagi lulusan Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika dalam mengajarkan ilmunya kepada masyarakat luas.

Pengamatan yang telah dilakukan pada saat proses pembelajaran Praktik Robotika memperoleh hasil bahwa peserta didik kurang mempunyai motivasi dalam mengikuti kuliah Praktik Robotika. Hal tersebut ditandai dengan ketidakinisiatifan peserta didik dalam mengembangkan sumber-sumber belajar dari luar, sehingga perkuliahan semakin terkesan monoton karena proses pembelajaran robotika selama 1 semester, peserta didik hanya dibekali dengan satu proyek secara berkelompok yang selalu sama setiap tahunnya dan selama proses mengerjakan diperbolehkan di luar jam perkuliahan. Akibatnya, aktivitas

kelas selama proses pembelajaran Praktik Robotika menjadi sangat pasif dan tidak menentu karena peserta didik cenderung lebih memilih mengerjakan proyeknya di rumah masing-masing. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa salah satu cara yang dapat ditempuh untuk menghidupkan aktivitas kelas selama proses pembelajaran yaitu dengan menggunakan media pembelajaran yang dapat meningkatkan daya tarik dan pemahaman peserta didik.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti bermaksud untuk mengembangkan media pembelajaran robotika yang lebih variatif dan inovatif yaitu berupa robot manipulator. Pertimbangan pemilihan robot manipulator sebagai media pembelajaran didasarkan pada kebutuhan peserta didik dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu pendukung mata kuliah Praktik Robotika yang telah dipelajari sebelumnya pada beberapa mata kuliah seperti Pemrograman Komputer, Jaringan Komputer, Praktik Komunikasi Data, Praktik Antar Muka, Praktik Sensor & Transduser, Praktik Mikrokontroler, dan mata kuliah Teori Robotika. Oleh karena itu, penggunaan robot manipulator sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, meningkatkan daya tarik belajar, meningkatkan pemahaman peserta didik, serta dapat menghidupkan aktivitas peserta didik selama proses pembelajaran Praktik Robotika di kelas. Selain itu, penggunaan robot manipulator juga dapat menunjang kompetensi pada mata kuliah Praktik Robotika berupa perancangan sistem komunikasi robot. Perancangan sistem komunikasi robot merupakan salah satu kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik dalam proses pengembangan robot karena dengan hal tersebut robot dapat saling berkomunikasi dan berkoordinasi dengan berbagai perangkat lain. Pembelajaran

sistem komunikasi robot masih sebatas konsep sehingga dengan bekal tersebut, peserta didik belum tentu mengerti bagaimana cara membangun dan mengimplementasikan sistem komunikasi pada robot. Oleh karena itu, peneliti akan mengembangkan media pembelajaran Praktik Robotika yang divisualisasikan menggunakan robot manipulator dengan sistem komunikasi *Wi-Fi* sehingga peserta didik akan lebih paham bagaimana cara membangun dan mengimplementasikan sistem komunikasi yang ada pada robot. Alasan pengembangan robot manipulator menggunakan komunikasi *Wi-Fi* dikarenakan teknologi *Wi-Fi* telah banyak diterapkan di masyarakat luas seperti pada lembaga/instansi maupun di industri. Selain untuk meningkatkan daya tarik dan pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran, penggunaan sistem komunikasi *Wi-Fi* pada robot manipulator juga dapat membekali peserta didik yang akan bekerja di industri maupun yang akan bekerja di bidang akademik.

Penggunaan robot manipulator dengan komunikasi *Wi-Fi* merupakan salah satu bentuk implementasi media pembelajaran yang digunakan untuk mendukung keberhasilan pendidikan kejuruan di Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika khususnya pada mata kuliah Praktik Robotika. Seperti yang telah disampaikan oleh Charles Prosser dalam buku "*Vocational Education in Democracy*" (Prosser & Quigley, 1949) bahwa (1) pendidikan kejuruan akan efisien jika lingkungan dimana peserta didik dilatih merupakan replika lingkungan dimana nanti ia akan bekerja, (2) pendidikan kejuruan yang efektif hanya dapat diberikan dimana tugas-tugas latihan dilakukan dengan cara, alat dan mesin yang sama seperti yang ditetapkan di tempat kerja, (3) pendidikan kejuruan akan efektif jika melatih seseorang dalam kebiasaan berpikir dan bekerja seperti yang diperlukan dalam pekerjaan itu sendiri,

(4) pendidikan kejuruan akan efektif jika dapat memampukan setiap individu memodali minatnya, pengetahuannya dan keterampilannya pada tingkat yang paling tinggi, (5) pendidikan kejuruan akan efektif jika pengalaman latihan untuk membentuk kebiasaan kerja dan kebiasaan berpikir yang benar diulang-ulang sehingga sesuai seperti yang diperlukan dalam pekerjaan nantinya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Peserta didik kurang mempunyai motivasi dalam mengikuti kuliah Praktik Robotika.
2. Peserta didik kurang mempunyai inisiatif sendiri dalam mengembangkan sumber-sumber belajar dari luar.
3. Model pembelajaran Praktik Robotika yang monoton.
4. Peserta didik lebih memilih mengerjakan penugasan proyek di luar jam perkuliahan.
5. Aktivitas kelas selama proses pembelajaran robotika sangat pasif dan tidak menentu.
6. Dibutuhkan metode pembelajaran yang lebih baik untuk mengembangkan kemampuan yang dimiliki peserta didik pada mata kuliah Praktik Robotika.

C. Batasan Masalah

Mengingat luas dan banyaknya hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses pembuatan skripsi maka peneliti perlu membuat batasan cakupan masalah yang akan dibahas. Hal ini dilakukan supaya isi dan pembahasan dari skripsi ini menjadi lebih terarah dan dapat mencapai hasil yang diharapkan. Pada skripsi ini,

permasalahan akan dibatasi pada pengembangan media pembelajaran komunikasi data *Wi-Fi* yang divisualisasikan menggunakan robot manipulator.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi masalah, dan batasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang ada yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana pengembangan robot manipulator sebagai media pembelajaran ?
2. Bagaimana unjuk kerja robot manipulator sebagai media pembelajaran ?
3. Bagaimana tingkat kelayakan robot manipulator sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika ?
4. Bagaimana pencapaian hasil belajar peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran robot manipulator ?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, penulis melakukan penelitian ini dengan tujuan :

1. Mengetahui pengembangan robot manipulator sebagai media pembelajaran.
2. Mengetahui unjuk kerja dari robot manipulator sebagai media pembelajaran.
3. Mengetahui tingkat kelayakan robot manipulator sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika.
4. Mengetahui pencapaian hasil belajar peserta didik setelah menggunakan robot manipulator sebagai media pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika.

F. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Dalam penelitian ini akan dibuat suatu media pembelajaran yang terdiri atas komponen *hardware* dan *software* yang disertai dengan *labsheet* sebagai alat

bantu dalam mengoperasikan robot manipulator. Spesifikasi dari komponen *hardware* dan *software* yang akan dibuat adalah sebagai berikut :

1. Komponen *Hardware*

- a. Raspberry Pi 2 Model B
- b. CM-530
- c. Dynamixel AX-12
- d. Motor-DC
- e. Motor Servo
- f. Kamera webcam Logitech C525
- g. Wireless Access Point TP-Link WA701ND
- h. USB Wi-Fi Adapter TP-Link WN823N

2. Komponen *Software*

- a. Raspbian Wheezy
- b. Microsoft Visual Studio 2013
- c. Python
- d. RoboPlus
- e. Remote Desktop Connection
- f. Putty

G. Manfaat Penelitian

Manfaat media pembelajaran robot manipulator yang digunakan pada mata kuliah Praktik Robotika adalah :

1. Bagi Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika

Memberikan sarana dan prasarana pendukung dalam proses pembelajaran mata kuliah Praktik Robotika.

2. Bagi Pengajar

Dapat digunakan sebagai media untuk membantu pengajar dalam memberikan pemahaman kepada peserta didik.

3. Bagi Peserta didik

Dapat digunakan peserta didik sebagai sarana untuk menuangkan kemampuan logika berpikir mereka dalam bentuk algoritma pemrograman serta untuk menarik perhatian peserta didik agar mempunyai keinginan yang kuat dalam mempelajari kemajuan teknologi bagi masyarakat luas.

4. Bagi Peneliti

Selain dapat menambah wawasan peneliti dalam bidang pendidikan, penelitian ini merupakan media untuk menerapkan dan menyalurkan ilmu pengetahuan yang telah peneliti dapatkan selama masa studi.

5. Bagi Pembaca

Menambah wawasan pembaca mengenai bidang ilmu robotika.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Pembelajaran

Kata pembelajaran merupakan terjemahan dari istilah bahasa Inggris yaitu "*instruction*". *Instruction* diartikan sebagai proses interaktif antara guru dan siswa yang berlangsung secara dinamis (Rayandra Asyhar, 2012: 6).

Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003 (2003: 2) menyatakan pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran sebagai proses dari peserta didik dalam mengembangkan dan meningkatkan kemampuan dan pengetahuan baru pada materi pelajaran yang diberikan oleh seorang pengajar.

Menurut Hasan Basri (2015: 21) menyatakan bahwa pembelajaran adalah seluruh mekanisme dan proses belajar yang dilaksanakan oleh para pendidik terhadap peserta didik dengan melibatkan seluruh komponen pembelajaran untuk mendukung tercapainya tujuan belajar.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Secara *etimologis*, media berasal dari bahasa Latin, merupakan bentuk jamak dari kata *medium* yang berarti tengah, perantara, atau pengantar (Rayandra Asyhar, 2012: 4). Sedangkan menurut Rostina Sundayana (2015: 4) media berasal dari bahasa Latin dan merupakan bentuk jamak dari *medium* yang secara harafiah berarti "Perantara" atau "Penyalur".

Hujair AH Sanaky (2013: 4) menyatakan media pembelajaran adalah sarana atau alat bantu pendidikan yang dapat digunakan sebagai perantara dalam proses pembelajaran untuk mempertinggi efektifitas dan efisiensi dalam mencapai tujuan pengajaran.

b. Manfaat Media Pembelajaran

Menurut Kemp dan Dayton (1985) yang dikutip dari Hasan Basri (2015: 189) manfaat media pembelajaran yaitu :

- 1) Penyampaian pesan pembelajaran lebih fokus; 2) pembelajaran akan lebih menarik; 3) pembelajaran lebih interaktif dengan menerapkan teori belajar, 4) waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek; 5) kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan; 6) proses pembelajaran dapat berlangsung kapan pun dan dimana pun diperlukan; 7) sikap positif siswa terhadap materi pembelajaran dan proses pembelajaran dapat ditingkatkan; 8) peran guru berubah ke arah yang positif.

Sedangkan manfaat media pembelajaran menurut Hujair AH Sanaky (2013: 5) yaitu :

- 1) Pengajaran lebih menarik perhatian pembelajar sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar; 2) bahan pengajaran akan lebih jelas maknanya, sehingga dapat lebih difahami pembelajar serta memungkinkan pembelajar menguasai tujuan pengajaran dengan baik; 3) metode pembelajaran bervariasi, tidak semata-mata hanya komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata lisan pengajar, pembelajar tidak bosan, dan pengajar tidak kehabisan tenaga; 4) pembelajar lebih banyak melakukan kegiatan belajar, sebab tidak hanya mendengarkan penjelasan dari pengajar saja, tetapi juga aktivitas lain yang dilakukan seperti : mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, dan lain-lain.

c. Pertimbangan Media Pembelajaran

Menurut Hujair AH Sanaky (2013: 6-7) pertimbangan media yang akan digunakan dalam proses pembelajaran menjadi pertimbangan utama, karena media yang dipilih harus sesuai dengan :

- 1) Tujuan pengajaran,
- 2) Bahan pelajaran,

- 3) Metode mengajar,
- 4) Tersedia alat yang dibutuhkan,
- 5) Pribadi mengajar,
- 6) Kondisi siswa, minat dan kemampuan pembelajar,
- 7) Situasi pengajaran yang sedang berlangsung.

d. Kriteria Pengembangan Media dan Materi Pembelajaran

Menurut Erickson (1993) yang dikutip dari Rudi Susilana dan Cepi Riyana (2009: 72) aspek-aspek yang perlu ada dalam media pembelajaran ditanyakan dalam pertanyaan sebagai berikut :

Tabel 1. Pertanyaan Aspek Media Pembelajaran

No	Pertanyaan
1.	Apakah materinya penting dan berguna bagi siswa?
2.	Apakah dapat menarik minat siswa untuk belajar?
3.	Apakah ada kaitanya dan mengena secara langsung dengan tujuan pembelajaran?
4.	Bagaimana format penyajian diatur? Apakah memenuhi tata urutan yang teratur?
5.	Bagaimana dengan materinya, mutakhir dan autentik?
6.	Apakah konsep dan kecermatan terjamin secara jelas?
7.	Apakah isi dan presentasinya memenuhi standar?
8.	Apakah penyajiannya objektif?
9.	Apakah bahannya memenuhi standar kualitas teknis?
10.	Apakah bahan tersebut sudah melalui pemantapan uji coba atau validasi?

Pada tabel 1 telah disajikan beberapa pertanyaan yang menunjukkan bagaimana cara dalam memilih aspek-aspek yang ada pada media pembelajaran yang nantinya akan digunakan oleh peneliti untuk menentukan kriteria pemilihan media pembelajaran yang meliputi aspek kebermanfaatan, aspek perangkat

media, dan aspek keterkaitan media (relevansi materi). Sedangkan untuk kriteria pemilihan materi pembelajaran meliputi aspek kualitas materi ajar, dan aspek kebermanfaatan materi.

3. Evaluasi Hasil Belajar

Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional Tahun 2003 (2003: 16) menyatakan bahwa evaluasi hasil belajar peserta didik dilakukan oleh pendidik untuk memantau proses, kemajuan, dan perbaikan hasil belajar peserta didik secara berkesinambungan.

Proses pembelajaran dikatakan berhasil jika hasil evaluasi pembelajaran peserta didik berada di atas batas standar yang sudah ditetapkan. Proses pembelajar mempunyai hubungan sebab akibat dengan hasil belajar, jika proses pembelajaran itu baik maka hasil belajar juga akan baik, dan sebaliknya jika proses pembelajaran tidak baik maka hasil belajar pun juga tidak baik.

4. Mata Kuliah Praktik Robotika

Mata kuliah praktik robotika merupakan pembelajaran praktik yang ada di Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika yang mempunyai bobot 3 SKS. Materi kuliah ini merupakan kelanjutan dari mata kuliah sebelumnya yaitu teori robotika. Mata kuliah ini membekali ilmu pengetahuan tentang bagaimana cara merancang robot hingga pada bagaimana cara pembuatan bagian mekanik, elektronik dan sistem kendali suatu robot. Sehingga setelah selesai mengikuti mata kuliah praktik robotika, peserta didik dapat mengenal dan memahami prinsip pembuatan robot secara keseluruhan. Model pembelajaran yang digunakan pada mata kuliah ini berupa pembelajaran berbasis proyek yaitu pembuatan robot *line follower* secara

berkelompok dan dalam proses pembuatannya boleh dikerjakan di luar jam perkuliahan.

5. Penelitian dan Pengembangan

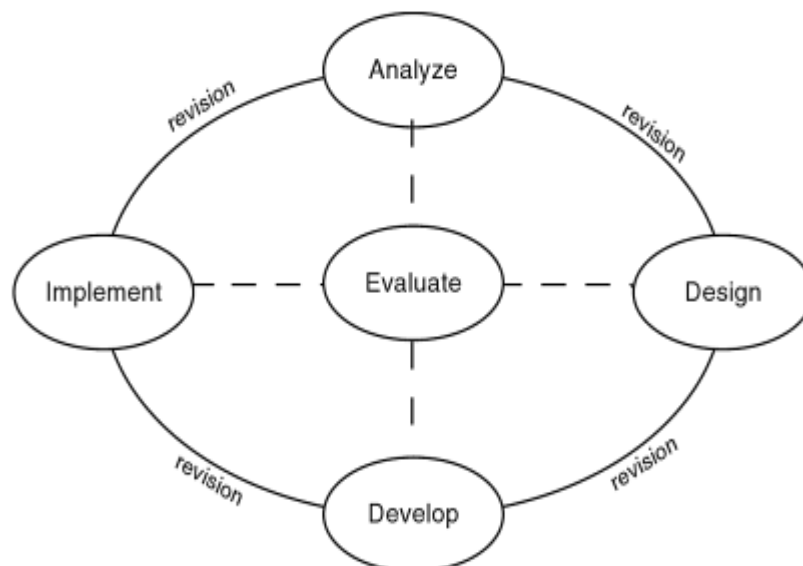
Meredith D. Gall, Walter R. Borg, dan Joyce P. Gall (2003: 569) menyatakan *"Educational R & D is an industry-based development model in which the findings of research are used to design new products and procedures, which then are systematically field-tested, evaluated, and refined until they meet specified criteria of effectiveness, quality, or similar standards"*. Definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa pendidikan penelitian dan pengembangan merupakan model pengembangan berbasis industri dimana penemuan dari sebuah penelitian digunakan untuk merancang produk-produk baru dan prosedur-prosedur, yang kemudian diujicobakan secara sistematis, dievaluasi, dan diperbaiki sampai model pengembangan tersebut memenuhi kriteria spesifik dari keefektifan, kualitas, atau sesuai dengan standar.

Menurut Lorraine R. Gay, Geoffrey E. Mills, Peter W. Airasian (2011: 17) dalam bukunya menyatakan bahwa *"Research and Development (R&D) is the process of researching consumer needs and then developing products to fulfill those needs"*. Definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa penelitian dan pengembangan (R&D) adalah proses meneliti kebutuhan konsumen dan kemudian mengembangkan produk-produk untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhannya.

Menurut Sugiyono (2012: 297) dalam bukunya menjelaskan bahwa penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa inggrisnya *Research and Development* adalah sebuah metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk, dan menguji keefektifan produk tersebut. Untuk dapat memperoleh

produk tersebut, diperlukan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk tersebut supaya dapat berguna di masyarakat luas, maka diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut.

Dalam penelitian dan pengembangan dibutuhkan suatu urutan dalam prosesnya agar diperoleh suatu produk yang dapat dipertanggungjawabkan dan siap digunakan. Urutan atau langkah penelitian dan pengembangan bermacam-macam salah satunya seperti yang dijelaskan oleh Robert Maribe Branch dengan model ADDIE.



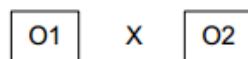
Gambar 1. Model ADDIE Menurut Robert Maribe Branch (2009:2)

Robert Maribe Branch (2009: 2) menyatakan bahwa ADDIE merupakan singkatan dari *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Menciptakan produk menggunakan model ADDIE menjadi salah satu cara yang paling efektif karena model ADDIE adalah konsep pengembangan produk yang menyajikan sebuah panduan kerangka kerja untuk situasi yang kompleks dan model ini cocok digunakan untuk pengembangan produk pendidikan berupa media pembelajaran.

6. One Group Pretest Posttest Design

Sugiyono (2012: 74) menyatakan bahwa *One Group Pretest Posttest Design* merupakan salah satu bentuk dari *Pre-Eksperimental* karena belum termasuk dalam eksperimen sungguhan (*True Experimental*). Metode ini masih terdapat variabel luar yang ikut berpengaruh terhadap terbentuknya variabel dependen. Hal ini dapat terjadi karena tidak adanya variabel kontrol. *Pretest* dan *posttest* ini digunakan hanya untuk mengukur tingkat kelayakan robot manipulator sebagai media pembelajaran pada mata kuliah praktik robotika.

Roger E Kirk (1995: 26) menyatakan bahwa "*Dependent variable is measured before and after the treatment level is presented. The design enables a researcher to compute a contrast between means in which the pretest and posttest means are measured with the same precision. Each block in the design can contain one participant who is observed two times or two participants who are matched on a relevant variable*". Hal tersebut dapat dijelaskan bahwa variabel dependen diukur sebelum dan setelah perlakuan disajikan. Desain ini memungkinkan peneliti untuk menghitung perbedaan hasil antara *pretest* dan *posttest* yang diukur dengan ketelitian yang sama. Setiap blok dalam desain ini dapat berisi satu peserta yang diamati dua kali atau dua peserta yang dicocokkan dengan variabel yang relevan.



Gambar 2. One Group Pretest Posttest

Keterangan:

O₁ : Nilai Pretest

O₂ : Nilai Posttest

O₂ - O₁ : Pengaruh penggunaan media pembelajaran

7. Wireless Fidelity (Wi-Fi)

Menurut Supriyanto (2013: 53) dijelaskan bahwa *Wi-Fi* memiliki pengertian yaitu sekumpulan standar yang digunakan untuk jaringan lokal nirkabel (*Wireless Local Area Networks*) yang didasari pada spesifikasi IEEE 802.11 dan fungsinya menghubungkan jaringan dalam satu area lokal secara nirkabel. *Wi-Fi* dirancang berdasarkan spesifikasi IEEE 802.11. Sekarang ini terdapat empat variasi dari 802.11, yaitu:

a. IEEE 802.11a

IEEE 802.11a adalah sebuah teknologi jaringan nirkabel yang merupakan pengembangan lebih lanjut dari standar IEEE 802.11 yang asli, namun bekerja pada *bandwidth* 5,8 GHz dengan kecepatan maksimum hingga 54 Mbps. Metode transmisi yang digunakan adalah *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*, yang mengizinkan pentransmisian data secara paralel di dalam sub-frekuensi.

b. IEEE 802.11b

IEEE 802.11b merupakan pengembangan dari standar IEEE 802.11 yang asli, yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan 5,5 Mbps hingga 11 Mbps tapi tetap menggunakan frekuensi 2,45 GHz dan dikenal juga dengan IEEE 802.11 HR. Pada prakteknya, kecepatan maksimum yang dapat diraih oleh standar IEEE 802.11b mencapai 5,9 Mbps pada protokol TCP, dan 7,1 Mbps pada protokol UDP. IEEE 802.11b mempunyai jangkauan yang bagus tetapi masih bisa dipengaruhi oleh interferensi sinyal radio.

c. IEEE 802.11g

IEEE 802.11g adalah sebuah standar jaringan nirkabel yang bekerja pada frekuensi 2,45 GHz dan menggunakan metode modulasi OFDM. IEEE 802.11g yang dipublikasikan pada bulan juni 2003 mampu mencapai kecepatan hingga 54 Mbps pada *bandwidth* 2,45 GHz, sama seperti halnya dengan IEEE 802.11b. Standar ini menggunakan modulasi sinyal OFDM, sehingga lebih resistan terhadap interferensi dari gelombang lainnya

d. IEEE 802.11n

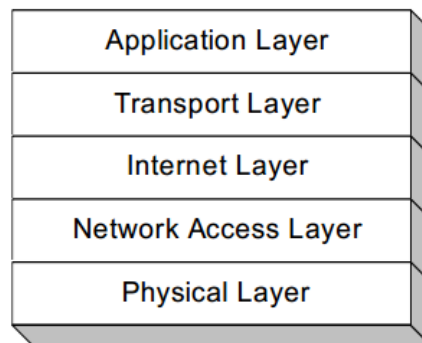
IEEE 802.11n merupakan standar jaringan wireless masa depan yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan dikabarkan kecepatan transfer datanya mencapai 100-200 Mbps. Standar ini dirancang untuk memperbaiki fitur 802.11g dalam jumlah *bandwidth* yang didukung dengan memanfaatkan beberapa sinyal nirkabel dan antena (disebut MIMO teknologi). Ketika standar ini selesai, koneksi 802.11n harus mendukung kecepatan data yang lebih dari 100 Mbps. IEEE 802.11n juga menawarkan jangkauan yang lebih baik dari standar sebelumnya karena intensitas sinyal meningkat.

8. Protokol TCP/IP

Menurut Supriyanto (2013: 6) menerangkan bahwa protokol adalah sebuah aturan atau standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data antara dua atau lebih titik komputer.

TCP/IP merupakan salah satu jenis protokol yang memungkinkan kumpulan komputer untuk berkomunikasi dan bertukar data di dalam suatu jaringan. Protokol ini dapat memberikan keleluasaan dalam berkomunikasi antara komputer satu dengan komputer lainnya dalam satu jaringan walaupun komputer tersebut

menggunakan platform sistem operasi yang berbeda. Dalam TCP/IP terdapat 5 lapisan yaitu :



Gambar 3. Lapisan TCP/IP
(<http://www.atmel.com/Images/doc2396.pdf>)

a. Application Layer

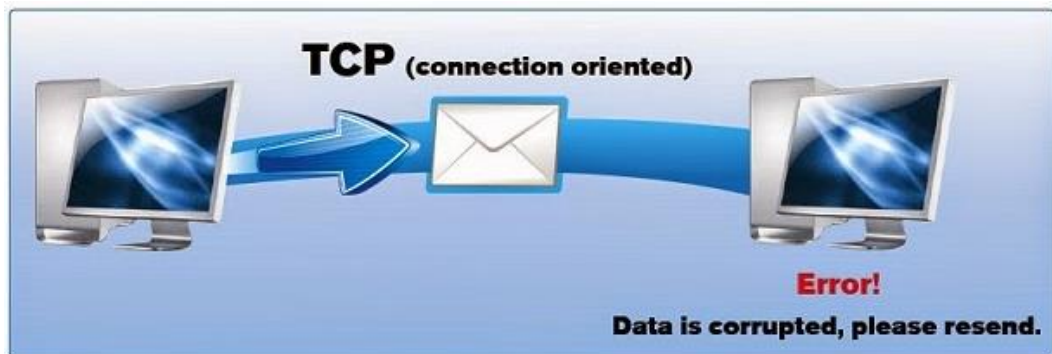
Lapisan yang berperan menjembatani interaksi pengguna dengan perangkat lunak contohnya adalah seperti aplikasi chatting, SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) untuk pengiriman e-mail, FTP (*File Transfer Protocol*) untuk transfer file, HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) untuk aplikasi web browser.

b. Transport Layer

Lapisan ini menjamin bahwa informasi yang diterima pada sisi penerima adalah sama dengan informasi yang dikirimkan pada pengirim. Pada lapisan ini protokol yang dipergunakan adalah *Transmission Control Protocol* (TCP) atau *User Datagram Protocol* (UDP) tergantung dari kebutuhan.

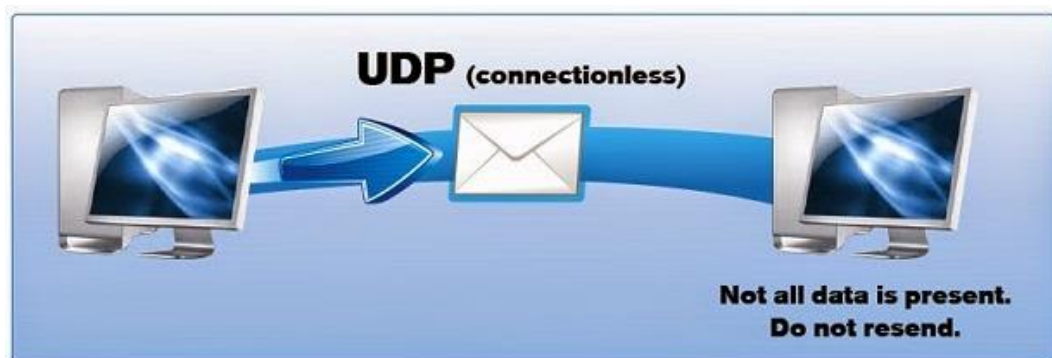
TCP dipakai untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan keandalan data. TCP memiliki fungsi *flow control* untuk mencegah data terlalu banyak dikirimkan pada satu waktu, *error detection* untuk mendeteksi kesalahan dan untuk memastikan bahwa pesan telah sampai tujuan, berorientasi pada sambungan (*connection oriented*), dan *reliable* untuk memastikan data yang diterima memiliki urutan yang

sama dengan data yang dikirim. Berikut adalah gambar ilustrasi pengiriman data menggunakan TCP.



Gambar 4. Mekanisme Pengiriman Data Menggunakan TCP/IP
(<https://www.citelighter.com>)

Sedangkan UDP digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan paket yang pendek dan tidak menuntut keandalan yang tinggi. UDP yang bersifat *connectionless*, tidak ada mekanisme pemeriksaan data dan *flow control*, sehingga UDP disebut juga *unreliable protocol* sehingga data yang diterima tidak bisa dipastikan apakah mempunyai urutan yang sama dengan data yang dikirim karena di dalam UDP tidak terdapat *error detection* sehingga hanya bertugas mengirim data tanpa melakukan pemeriksaan data. Berikut adalah gambar ilustrasi pengiriman data menggunakan UDP.



Gambar 5. Mekanisme Pengiriman Data Menggunakan UDP
(<https://www.citelighter.com>)

c. Internet Layer

Pada lapisan ini segmen data yang sudah dibubuhi *header transport* akan diberi *header IP Address*. Di lapisan inilah akan didefinisikan dari siapa dan untuk siapa sebuah segmen akan dikirim, dengan membubuhkan IP Address.

d. Network Access Layer

Pada lapisan ini paket akan dibubuhi alamat perangkat keras dari perangkat antarmuka jaringan, yang kita kenal sebagai *MAC Address*, dan kemudian dikirimkan melalui perangkat-perangkat keras jaringan dalam hal ini melalui *Wireless Access Point*. *IP Address* mendefinisikan pengalamatan secara logikal dan digunakan untuk penunjuk arah dari awal hingga tujuan, sedangkan *MAC Address* mendefinisikan secara fisik, dan hanya berlaku untuk setiap segmen jaringan.

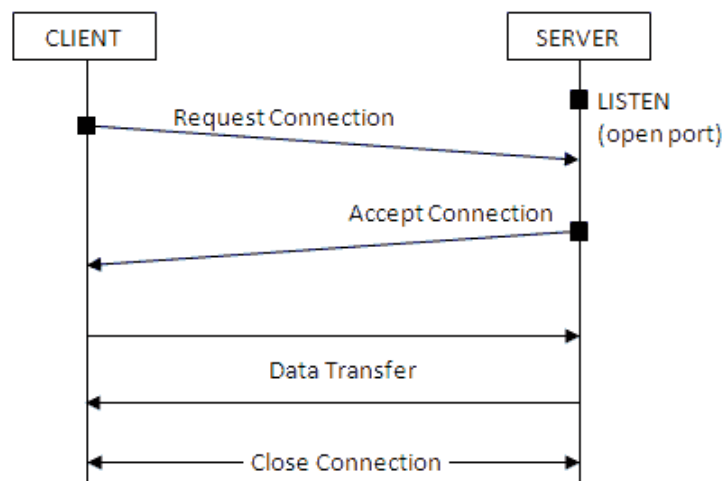
e. Physical Layer

Pada lapisan ini terdapat pengiriman data dalam bentuk besaran-besaran listrik/fisik seperti tegangan, arus, gelombang radio maupun cahaya, sesuai dengan media yang digunakan.

9. Client dan Server

Silvano Maffeis (1997: 1) menyatakan "*Client/server is a distributed computing model in which client applications request services from server processes. Clients and servers typically run on different computers interconnected by a computer network*". Definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa *client/server* merupakan model komputasi terdistribusi di mana aplikasi *client* meminta layanan dari proses *server*. *client* dan *server* biasanya dijalankan pada komputer berlainan yang dihubungkan oleh jaringan komputer.

Client secara bahasa adalah pelanggan, nasabah, atau sesuatu yang meminta untuk dilayani dan jumlahnya boleh lebih dari satu dan bersifat aktif (*request*). Sedangkan *server* secara bahasa adalah pelayan atau yang melayani dan bersifat pasif (*listen*).



Gambar 6. Ilustrasi Komunikasi Jaringan Client Server
(<http://ngajar.rakayusuf.com>)

Gambar diatas adalah ilustrasi bagaimana cara *client* dan *server* berkomunikasi. Secara sederhana, urutan komunikasi *client-server* dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Pertama, server berada di dalam keadaan *listen*. Dalam keadaan ini, *server* menunggu permintaan (*request*) koneksi dari *client*. Dalam hal ini, *server* akan membuka *port* dengan nomor tertentu yang diketahui oleh *client*.
- Hubungan antara *client* dengan *server* dimulai oleh *client* yang bertindak meminta suatu koneksi ke *server*. Pada proses ini disebut sebagai proses *request connection*.

- c. Bila *server* menerima permintaan ini, *server* akan membalas dan memberitahu *client* bahwa permintaannya diterima berupa proses *accept connection*. Pada titik ini koneksi antara *client* dengan *server* sudah terjalin.
- d. Setelah terjalinnya koneksi, *client* dapat mengirimkan data ke *server* begitu juga dengan *server* yang dapat mengirimkan data antara satu dengan lainnya yang disebut dengan proses *data transfer*.
- e. Setelah selesai, *client* maupun *server* dapat saling memutuskan koneksi. Hal ini dikatakan sebagai proses *close connection*.

10. Robot Manipulator

a. Pengertian Robot Manipulator

Hendy Djaya Siswaja (2008: 148) menjelaskan kata robot pertama kali muncul pada tahun 1921 dalam sebuah drama yang berjudul R.U.R (*Rossum's Universal Robots*) karangan *Wright Karel Capek*. Kata Robot berasal dari bahasa ceko yaitu *robota* yang berarti *forced labor* yang berarti pekerja keras. Kata *robotics* juga berasal dari sebuah karya cerita pendek fiksi ilmiah karangan Isaac Asimov pada tahun 1942 yang berjudul "*Runaround*". Cerita pendek tersebut kemudian dimasukkan oleh Isaac Asimov dalam buku karangannya yang sangat terkenal "*I, Robot*" yang kemudian dia mengemukakan tentang *Laws of Robotics* yaitu 1) Sebuah robot tidak boleh melukai manusia, 2) Robot harus mematuhi perintah yang diberikan manusia, kecuali bila itu melanggar aturan pertama, 3) Robot harus melindungi eksistensinya sendiri sebagai mesin yang harus mematuhi manusia.

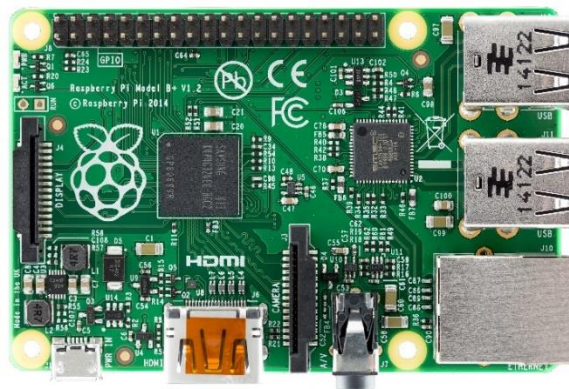
Sedangkan definisi robot manipulator dari Jorge angeles (2007: 8) dalam buku *Fundamentals of Robotic Mechanical Systems* menyatakan "*A manipulator, in general, is a mechanical system aimed at manipulating objects. Manipulating, in*

turn, means to move something with one's hands, as word derives from the Latin manus, meaning hand'. Definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa Manipulator secara umum adalah sebuah sistem mekanik yang bertujuan untuk memanipulasi benda. Memanipulasi dalam arti untuk memindahkan sesuatu dengan satu tangan sebagai turunan kata dari bahasa latin "manus" yang berarti tangan.

b. Komponen *Hardware* Robot Manipulator

1) Raspberry Pi

Raspberry Pi Foundation dalam situsnya mendefinisikan "*The Raspberry Pi is a tiny and affordable computer that you can use to learn programming through fun practical projects*". Definisi di atas dapat dijelaskan bahwa Raspberry Pi adalah sebuah komputer yang berbentuk kecil dan terjangkau yang dapat digunakan untuk belajar pemrograman melalui proyek-proyek praktik yang mengasyikan.



Gambar 7. Raspberry Pi 2 Model B

Komputer yang bernama Raspberry Pi ini, berjalan dengan sistem operasi Linux. Komputer ini dikembangkan selama 6 tahun oleh lembaga non-profit *Raspberry Pi Foundation* yang terdiri dari relawan dan akademisi teknologi di Inggris dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah.

Tabel 2. Spesifikasi Raspberry Pi 2 Model B

Fitur	Spesifikasi
CPU	900MHz quad-core ARM Cortex-A7 CPU
SoC	Broadcom BCM2835 (CPU, GPU, DSP, and SDRAM)
RAM	1 GB RAM
USB	4 port USB 2.0
Dimensi	85 x 56 x 17 mm
Media penyimpanan	Micro SD
Ethernet	10/100 Base T Ethernet socket
Sistem Operasi	Debian GNU/Linux, Fedora, Arch Linux ARM, RISC OS
GPIO	40 pin
Catu daya	5 volt via Micro USB atau GPIO header

2) CM-530

CM-530 merupakan sebuah kontroler berbasis ARM yang diproduksi oleh robotis yang mendukung berbagai perangkat sensor dan aktuator. Sensor yang *compatible* dengan CM-530 adalah *gyroscope*, sensor *infrared*, sensor jarak, dan lain-lain. Sedangkan jenis aktuator yang *compatible* dengan CM-530 diantaranya servo tipe AX/MX seperti dynamixel AX-12, dynamixel AX-18, dynamixel MX-28, dan dynamixel MX-64. Servo dynamixel yang disambungkan dengan kontroler CM-530 dapat digunakan dalam jumlah yang banyak yaitu maksimal mencapai 26 servo. Selain itu, kontroler ini juga mendukung 2 jenis komunikasi *wireless* yaitu menggunakan *infrared* berupa AX-S1 dan Zigbee berupa ZIG-110 sehingga antar kontroler ini dapat saling berkomunikasi tanpa menggunakan kabel dengan jarak maksimal kurang lebih 3 meter.



Gambar 8. Kontroler CM-530

3) Dynamixel AX-12A

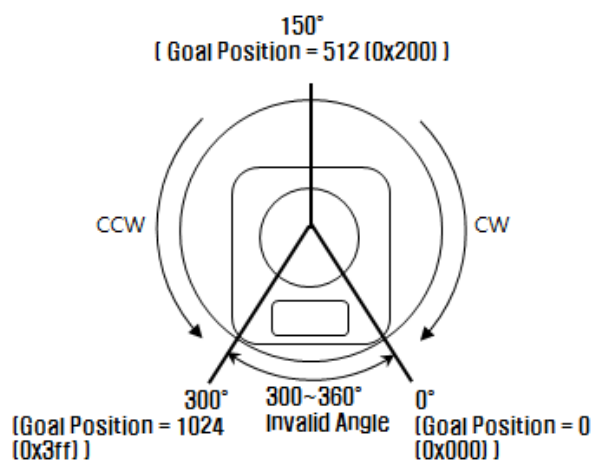
Dynamixel AX-12A merupakan jenis aktuator yang dilengkapi dengan sensor-sensor pendukung seperti sensor posisi yang digunakan untuk mendeteksi posisi dan arah putaran dari motor servo, sensor suhu untuk mengetahui suhu dari servo, sensor beban digunakan sebagai indikator dari torsi motor servo, sensor tegangan sebagai indikator tegangan yang masuk pada servo.

Sistem komunikasi untuk mengontrol aktuator ini menggunakan sistem komunikasi TTL *half duplex* dengan prinsip kerja yang hampir sama dari komunikasi TTL biasa yaitu mengirim data melalui pin TxD dan menerima data dari pin RxD, tetapi sistem ini tidak dapat menerima dan mengirim data secara bersamaan dikarenakan sistem ini hanya memiliki satu jalur data.



Gambar 9. Dynamixel AX-12A

Aktuator ini dapat berputar dari 0 sampai 300 derajat dengan data 0 sampai dengan 1023 dengan kecepatan tanpa beban mencapai 59 rpm saat tegangan *supply* 9 - 12 volt. Jika posisi yang dituju lebih dari batas minimum atau batas maksimum AX-12 maka akan terjadi "*Angle limit error*" yang ditandai dengan indikator led pada dynamixel berkedip warna merah. Jenis servo ini dapat digunakan untuk membuat gerak suatu robot (*motion*) dengan perintah *read* yang artinya membaca data dari posisi servo, dan perintah *write* yang berarti menuliskan data servo dengan rentang 0 sampai dengan 1023 untuk mendapatkan posisi servo yang diinginkan.



Gambar 10. Arah Putaran Sudut Dynamixel AX-12A

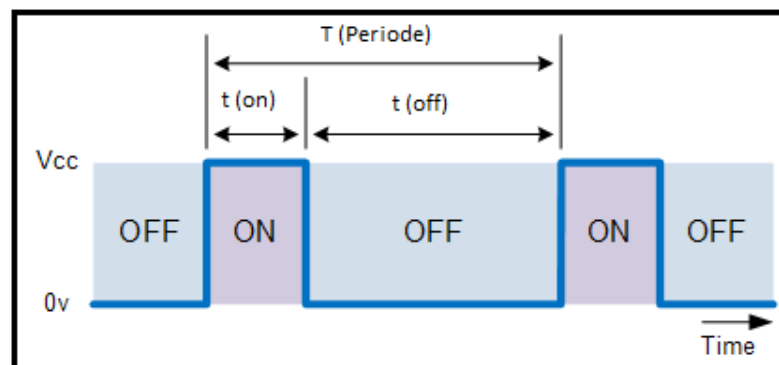
4) Motor DC

Motor DC merupakan jenis aktuator yang beroperasi pada sumber tegangan DC dan sering digunakan dalam bidang robotika. Berikut adalah gambar dari motor DC yang akan digunakan dalam pembuatan robot manipulator.



Gambar 11. Motor DC dengan Gearbox

Motor DC dapat bergerak dengan atau tanpa menggunakan *driver motor*. Pergerakan motor DC tanpa menggunakan *driver motor* hanya akan membuat putaran motor DC bergerak dengan kecepatan maksimum. Sedangkan pergerakan motor DC dengan menggunakan *driver motor* dapat membuat putaran motor DC bergerak dengan kecepatan yang bisa diatur sesuai dengan lebar pulsa yang diberikan.



Gambar 12. Pensinyalan Motor DC

Semakin besar nilai lebar pulsa yang diberikan pada pulsa *high* (T_{ON}), maka kecepatan motor akan semakin cepat, sedangkan semakin kecil nilai lebar pulsa

yang diberikan pada pulsa *high* (T_{ON}), maka kecepatan motor justru akan semakin menurun.

5) Motor Servo

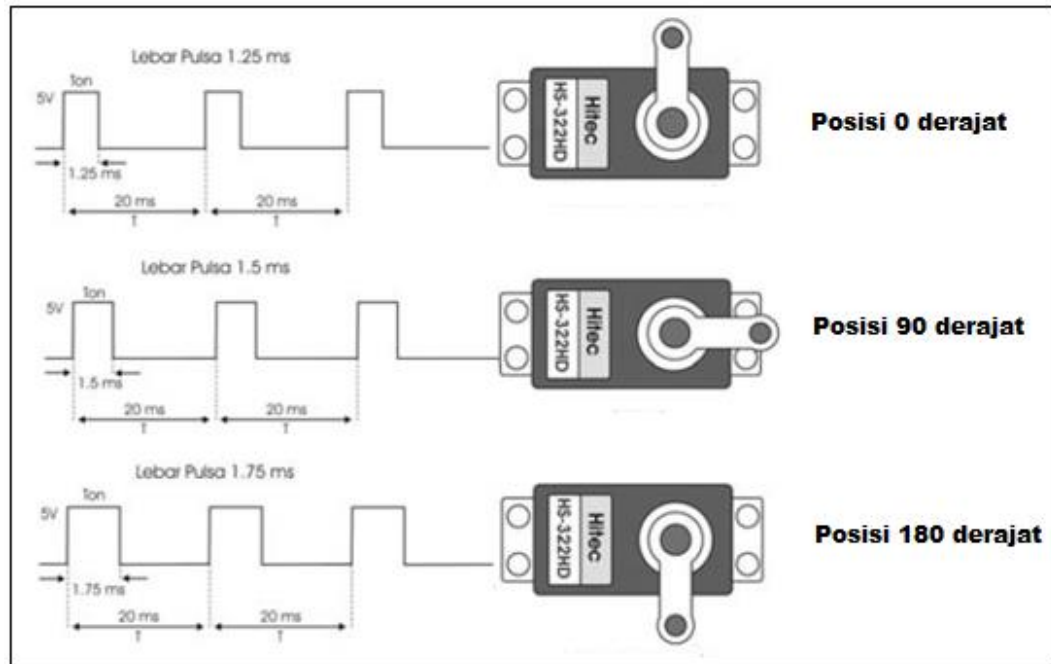
Motor servo adalah sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi. Motor Servo dapat berputar dalam dua arah yaitu searah jarum jam (*clock wise*) dan berlawanan arah jarum jam (*counter clock wise*) dimana arah dan sudut pergerakan rotornya dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*) pada bagian pin kontrolernya dengan frekuensi sebesar 50 Hz.



Gambar 13. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian kontroler elektronik dan gear internal untuk mengendalikan pergerakan sudut serta dilengkapi dengan potensiometer untuk menentukan batas minimum dan maksimum dari putaran sumbu motor.

Pada saat T_{ON} *duty cycle* dari sinyal yang diberikan sebesar 1,5 ms maka rotor akan bergerak tepat di tengah (sudut 90° netral), sedangkan pada saat T_{ON} *duty cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1,5 ms maka rotor akan berputar kearah kiri mendekati sudut 0°, dan jika T_{ON} *duty cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1,5 ms maka rotor akan berputar kearah kanan mendekati sudut 180°.



Gambar 14. Pensinyalan Motor Servo

6) Kamera webcam

Sensor vision merupakan jenis sensor yang dapat mendeteksi dan melihat suatu benda. Perangkat yang termasuk dalam klasifikasi *sensor vision* antara lain kamera. Kamera merupakan suatu piranti yang berfungsi untuk membentuk atau merekam suatu bayangan objek. Pada umumnya sensor ini bekerja berdasarkan intensitas cahaya. Setiap piksel pada kepingan sensor kamera akan diubah dari besaran fisis (intensitas cahaya) yang mengenainya menjadi besaran listrik (tegangan). Tegangan dari sensor inilah yang nantinya akan diubah menjadi sinyal digital yang kemudian siap diproses ketingkat selanjutnya agar menjadi gambar.

Kamera yang digunakan adalah jenis kamera webcam Logitech C525 yang dilengkapi teknologi *auto focus* dengan kualitas HD 720P serta memiliki kualitas foto sebesar 8 MP. Kamera ini memiliki *male connector USB* sehingga mudah dan fleksibel digunakan dengan perangkat mini komputer Raspberry Pi yang telah dilengkapi dengan *female connector USB*.



Gambar 15. Kamera Webcam Logitech C525

7) Wireless Access Point

Wireless Access Point atau yang biasa disebut *Access Point* (AP) adalah suatu perangkat komunikasi nirkabel yang memungkinkan agar antara beberapa perangkat komputer dapat saling terhubung ke jaringan nirkabel dengan menggunakan teknologi *Wi-Fi* yang dapat membentuk sebuah jaringan komputer. *Access Point* berfungsi sebagai pengatur lalu lintas data, sehingga memungkinkan banyak perangkat dapat saling terhubung melalui jaringan komputer.

Access point dapat memancarkan atau mengirim koneksi data/internet melalui gelombang radio, ukuran kekuatan sinyal juga mempengaruhi area yang akan dijangkau, semakin besar kekuatan sinyal maka semakin luas jangkauannya. Dengan menggunakan *access point*, maka akan lebih efektif karena tidak perlu menggunakan banyak kabel untuk membangun sebuah jaringan komputer. Jangkauan jaringan komputer juga menjadi semakin luas karena menggunakan teknologi *Wi-Fi* yang memanfaatkan gelombang radio. Semua perangkat yang dilengkapi dengan teknologi *Wi-Fi* dapat terhubung dengan *access point* dengan jarak tertentu selama masih dalam jangkauan radius.

Access Point yang digunakan adalah TP- Link TP-WA701ND yang dilengkapi dengan enkripsi WPA/WPA2 yang tentunya bisa membuat jaringan menjadi aman

dari gangguan. Selain itu, *Access Point* ini juga dilengkapi dengan sistem keamanan berdasarkan *MAC address Filter*, sehingga hanya perangkat tertentu yang hanya bisa terkoneksi dengan jaringan computer.



Gambar 16. Wireless Access Point

8) USB Wi-Fi Adapter

USB Wi-Fi Adapter adalah perangkat yang berfungsi untuk menangkap sinyal *Wi-Fi* yang berada di sekitarnya. Perangkat ini biasa ditambahkan pada jenis komputer yang tidak memiliki teknologi *Wi-Fi* di dalamnya. Sehingga, agar perangkat komputer ini dapat terhubung ke dalam jaringan *wireless* maka perlu menambahkan *Wi-Fi Adapter*.



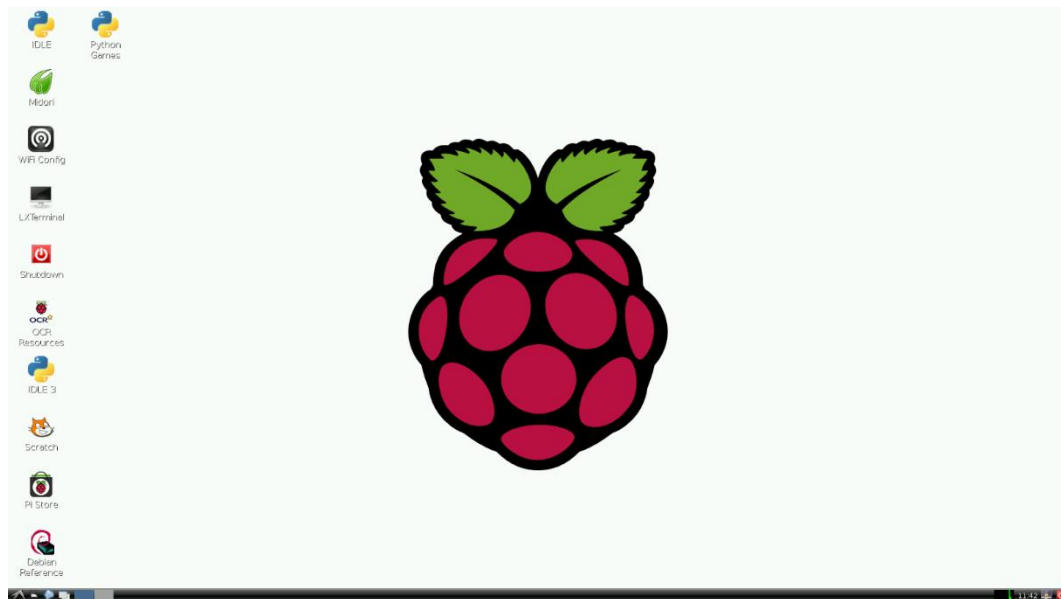
Gambar 17. USB Wi-Fi Adapter TP Link WN823N

Perangkat ini dilengkapi dengan antena internal tipe *omni directional* dengan kecepatan mencapai 300 Mbps yang dapat menangkap sinyal *Wi-Fi* dengan area yang lebih luas. *USB Wi-Fi Adapter* TP Link WN823N mendukung perangkat IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, dan IEEE 802.11n.

c. **Komponen *Software* Robot Manipulator**

1) **Raspbian Wheezy**

Raspbian wheezy adalah sistem operasi linux yang merupakan turunan dari debian yang mendukung perangkat raspberry pi. Raspbian dilengkapi dengan lebih dari 35.000 paket, atau perangkat lunak *pre-compiled* paket dalam format yang mendukung kemudahan instalasi pada Raspberry Pi. Raspbian dibentuk sejak juni 2012, menjadi distribusi yang terus aktif dikembangkan dengan penekanan pada peningkatan stabilitas dan kinerja sebanyak mungkin.



Gambar 18. Raspbian Wheezy

2) **Microsoft Visual Studio**

Microsoft Visual Studio merupakan sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat serta melakukan pengembangan aplikasi dalam bentuk

aplikasi *console*, aplikasi *windows form*, ataupun aplikasi pengembangan *web*. Microsoft Visual Studio ini merupakan paket software yang di dalamnya terdapat beberapa *compiler* seperti *visual c++*, *visual c#*, dan *visual basic*.

Sampai saat ini, penggunaan software ini banyak sekali dijumpai terutama untuk pengembangan aplikasi pemrograman berbasis objek atau yang lebih dikenal dengan istilah OOP (*Object Oriented Programming*). Software ini juga selalu *update* dalam pengembangannya karena didukung dan dikembangkan langsung oleh Microsoft sehingga hampir setiap tahunnya selalu ada versi terbarunya.

3) Python

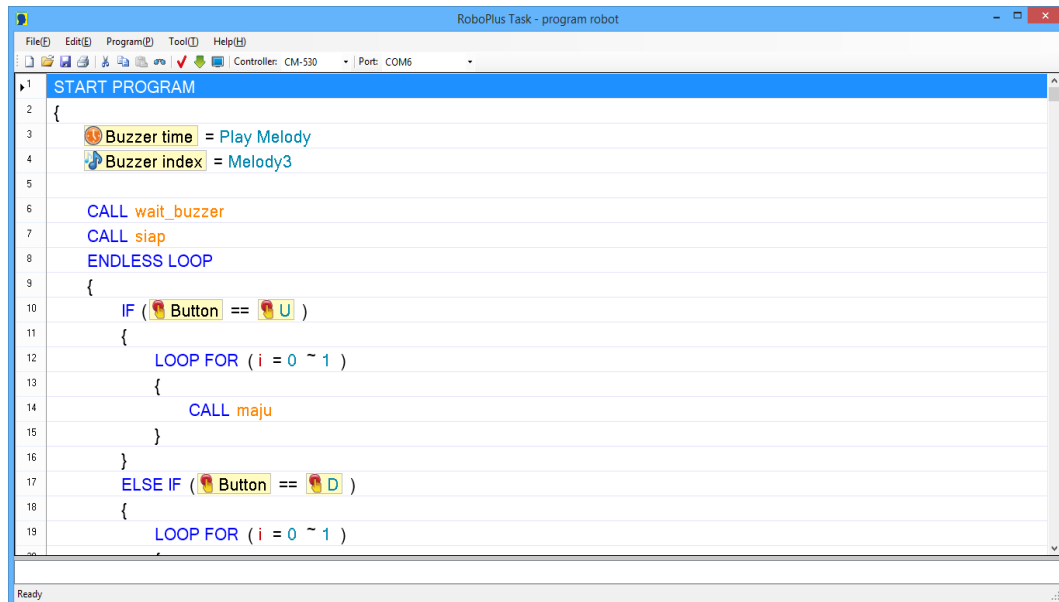
Python merupakan jenis bahasa pemrograman *freeware* yang unik dan berbeda dari kebanyakan bahasa pemrograman lain karena python bersifat *interpreter* yang artinya kode program yang telah dibuat tidak perlu dilakukan kompilasi. Hal ini tentu sangat berbeda dari kebanyakan bahasa pemrograman lain yang melakukan kompilasi untuk mengubah kode program yang dibuat ke dalam bahasa mesin (*hex*). Bahasa pemrograman python banyak dijumpai pada pengguna sistem operasi linux karena bahasa pemrograman ini telah didukung sepenuhnya oleh linux. Python memiliki struktur program yang lebih sederhana dibanding bahasa pemrograman lain karena tidak banyak memiliki sejumlah aturan seperti pada bahasa pemrograman lain.

4) Roboplus

Roboplus adalah *software* dari robotis yang berfungsi untuk memprogram kontroler CM-530. Roboplus terdiri dari 3 *sub-software* yang mempunyai fungsi yang berbeda yaitu:

a) RoboPlus Task

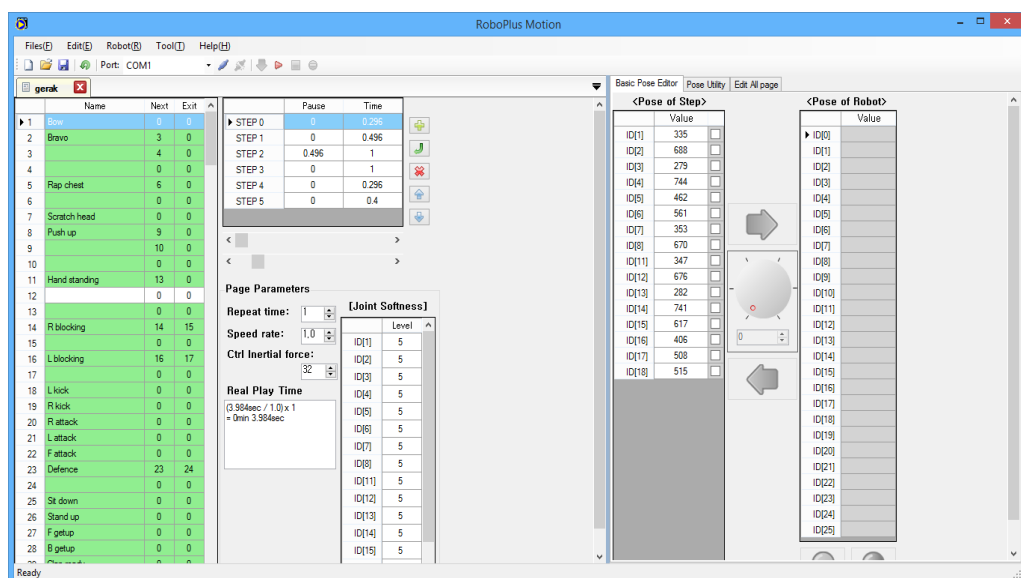
RoboPlus task merupakan *sub-software* yang berfungsi untuk mmenuliskan kode program.



Gambar 19. RoboPlus Task

b) RoboPlus Motion

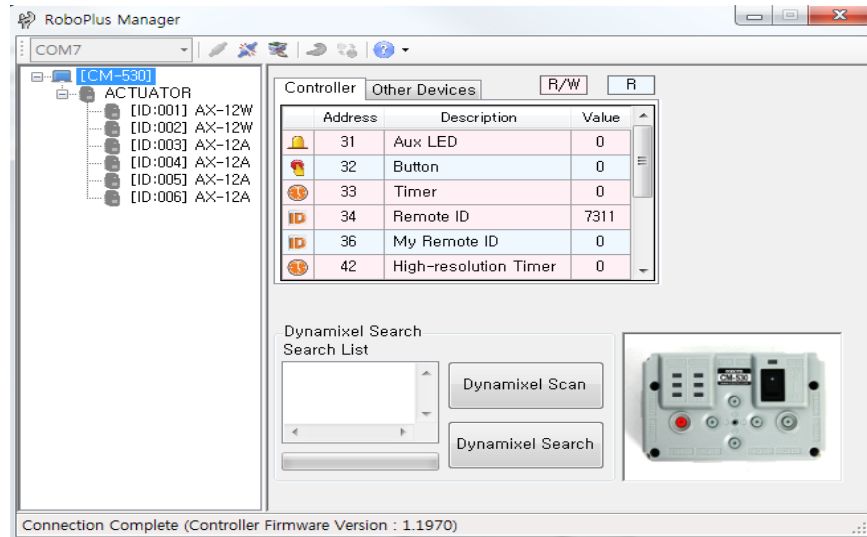
RoboPlus motion merupakan *sub-software* yang digunakan untuk membuat gerak (*motion*) pada servo dynamixel AX-12.



Gambar 20. RoboPlus Motion

c) RoboPlus Manager

RoboPlus manager merupakan *sub-software* yang digunakan untuk melakukan konfigurasi awal pada setiap input dan output seperti ID dynamixel, ID Zigbee, dan konfigurasi beberapa sensor.



Gambar 21. RoboPlus Manager

11. Pengolahan Citra Digital

a. Pengertian Citra Digital

Menurut Rinaldi Munir (2004: 2) secara harafiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.

Rinaldi Munir (2004: 18) menyatakan bahwa agar dapat diolah dengan komputer digital, maka suatu citra harus direpresentasikan secara numerik dengan nilai-nilai diskrit. Representasi citra dari fungsi malar (*continue*) menjadi nilai-nilai

diskrit disebut digitalisasi. Citra yang dihasilkan inilah yang disebut citra digital (*digital image*). Pada umumnya citra digital berbentuk segi empat, dan dimensi ukurannya dinyatakan sebagai tinggi N, dan lebar M. Citra digital yang berukuran N x M lazim dinyatakan dengan matriks yang berukuran N baris dan M kolom sebagai berikut:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, M) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, M) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(N-1, 0) & f(N-1, 1) & \dots & f(N-1, M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 22. Matrik Citra Digital (Rinaldi Munir, 2004: 19)

b. Pengolahan Citra Digital

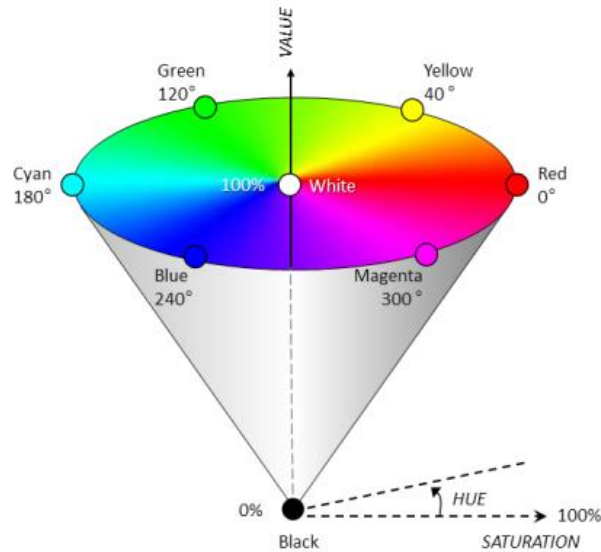
Pengolahan citra digital adalah suatu cara yang digunakan untuk memproses suatu gambar dengan tujuan memperbaiki kualitas suatu gambar agar lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia ataupun oleh suatu mesin. Untuk melakukan pengolahan citra digital terdapat beberapa langkah yang harus ditempuh yang meliputi :

1) *Color Filtering*

Color filtering adalah suatu teknik pengolahan citra yang dipakai untuk memanipulasi suatu citra berdasarkan warna spesifik. Cara kerjanya adalah dengan membandingkan komponen warna setiap piksel citra dengan warna spesifik. Warna yang digunakan dalam *color filtering* dapat direpresentasikan dalam berbagai ruang warna seperti RGB (*Red, Green, Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*), YCbCr, dan lain-lain.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan ruang warna HSV. Keuntungan menggunakan HSV adalah terdapat warna-warna yang sama dengan yang ditangkap oleh indra manusia. Sedangkan warna yang dibentuk oleh RGB

merupakan hasil campuran dari warna-warna primer. Berikut adalah sistem koordinat HSV.



Gambar 23. Sistem Koordinat HSV

(<http://www.clickscanshare.com/journal/technical-terms-hexagonal-cone>)

Darma Putra (2010: 53) menyatakan bahwa *Hue* menentukan tipe warna yang dipilih. Intervalnya antara 0° sampai dengan 360°. Warna merah terletak pada 0°, warna kuning 60°, warna hijau 120°, warna cyan 180°, warna biru 240°, dan warna magenta 300°. Sedangkan *Saturation* menyatakan kemurnian suatu warna. Saturasi diberikan sebagai nilai antara 0 dan 1 (mewakili 0 sampai 100 persen). *Value* menyatakan tingkat kecerahan (*brightness*). *Value* memiliki interval antara 0 dan 1 (mewakili 0 sampai 100 persen).

2) **Thresholding**

Konsep binerisasi citra adalah sebuah konsep untuk mengubah citra menjadi dua intensitas yaitu 0 atau 1. Untuk melakukan proses ini digunakan ambang batas (*threshold*) yang nilainya dapat diatur sesuai keperluan. Berikut adalah algoritma untuk mengubah citra asli menjadi citra biner.

$$f(x,y) \rightarrow \text{if } f(x,y) \geq \text{Threshold then } f(x,y) = 1 \text{ else } f(x,y) = 0$$

Gambar 24. Algoritma Binerisasi Citra

3) *Gaussian Blur*

Gaussian smoothing atau *gaussian blur* adalah metode yang menggunakan fungsi gaussian dan berfungsi untuk mereduksi *noise* pada citra. Pengolahan citra dengan menggunakan konvolusi *gaussian blur* menyebabkan suatu citra menjadi kabur sehingga sudut-sudut tajam pada citra akan menjadi lebih halus. Untuk menggunakan *gaussian smoothing*, kita perlu melakukan proses konvolusi. Shapiro, L. G & Stockman, G. C (2001: 154) menyatakan persamaan filter gaussian 2 dimensi sebagai berikut :

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Keterangan :

$G(x, y)$: elemen matriks gauss pada posisi (x, y)

σ : filter radius atau standar deviasi

x, y : ukuran matriks gauss

4) *Morfologi Citra*

Rafael Gonzales (2002: 334) menyatakan bahwa "*Morphology is a cornerstone of the mathematical set of tools underlying the development of techniques that extract "meaning" from an image*". Definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa morfologi merupakan landasan dari himpunan matematika yang mendasari pengembangan teknik mengekstrak (makna) dari sebuah gambar. Operasi *morphology* bertujuan untuk memperbaiki bentuk objek agar dapat menghasilkan fitur-fitur yang lebih akurat ketika analisis dilakukan terhadap objek. Secara umum, pemrosesan citra secara morfologi dilakukan dengan cara menggabungkan sebuah *structuring element* terhadap sebuah matriks gambar. *Structuring element* merupakan matriks kernel yang berukuran sembarang yang memiliki titik origin.

a) *Dilation*

Dilation adalah operasi morfologi yang akan menambahkan piksel pada batas antar objek dalam suatu citra digital. Atau secara rinci *dilation* merupakan suatu proses menambahkan piksel pada batasan dari objek dalam suatu gambar sehingga nantinya apabila dilakukan operasi ini maka hasilnya gambar menjadi lebih besar ukurannya dibandingkan dengan gambar aslinya. Berikut adalah persamaan dari proses *dilation* :

$$D(A, S) = A \oplus S$$

Dilation merupakan proses penggabungan titik-titik latar (0) menjadi bagian dari objek (1), berdasarkan *structuring element* yang digunakan. Cara melakukan dilasi pada gambar adalah sebagai berikut : (1) letakkan titik origin *structuring element* pada setiap titik (elemen) matriks gambar; (2) beri angka 1 untuk semua titik/element (x,y) yang terkena/tertimpa oleh *structuring element*.

Matriks Gambar A

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Structuring Element S

				1
			1	
		1		
	1			
1				

Proses Dilation Pada Elemen

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Hasil Dilation Matriks Gambar

0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Gambar 25. Proses Dilation

b) *Erosion*

Erosion merupakan kebalikkan dari *dilation*. Proses ini akan membuat ukuran sebuah citra menjadi lebih kecil. Berbeda dengan *dilation*, apabila *erosion* dilakukan maka yang dikerjakan adalah memindahkan piksel pada batasan-batasan objek yang akan dierosi. Berikut adalah persamaan dari proses *erosion* :

$$E(A, S) = A \otimes S$$

Erosion merupakan proses penghapusan titik-titik objek (1) menjadi bagian dari latar (0), berdasarkan *structuring element* yang digunakan. Cara melakukan *erosion* pada gambar adalah sebagai berikut : (1) letakkan titik origin *structuring element* pada setiap titik (element) matriks gambar; (2) jika ada bagian dari *structuring element* yang berada di luar matriks gambar maka titik origin dihapus/dijadikan latar.

Matriks Gambar A											<i>Structuring Element S</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 26. Proses Erosion

c) *Opening*

Opening adalah proses *erosion* yang diikuti dengan *dilation*. Efek yang dihasilkan adalah menghilangkan objek-objek kecil dan kurus, memecah objek pada titik-titik yang kurus, dan secara umum menghaluskan batas dari objek besar tanpa mengubah area objek secara signifikan. Berikut adalah persamaan dari proses *opening* :

$$A \circ S = (A \otimes S) \oplus S$$

<p>Matriks Gambar A</p> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<p>Structuring Element S</p> <table><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1																							
0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																															
0	1	0	1	1	0	0	0	0																																																																															
0	1	1	1	1	1	1	0	0																																																																															
0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																															
0	1	1	1	1	0	1	1	0																																																																															
0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																															
1	1	1																																																																																					
1	1	1																																																																																					
1	1	1																																																																																					
<p>Proses Erosion</p> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<p>Proses Dilation</p> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0																																																																																		
0	0	0	0	0	0																																																																																		
0	0	1	1	0	0																																																																																		
0	0	0	0	0	0																																																																																		
0	0	0	0	0	0																																																																																		
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																
0	0	1	1	1	1	0	0																																																																																
0	0	1	1	1	1	0	0																																																																																
0	0	1	1	1	1	0	0																																																																																
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																
0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																

Gambar 27. Proses Opening

d) *Closing*

Closing adalah proses *dilation* yang diikuti dengan proses *erosion*. Efek yang dihasilkan adalah mengisi lubang kecil pada objek, menggabungkan objek-objek yang berdekatan, dan secara umum menghaluskan batas dari objek besar tanpa mengubah area objek secara signifikan. Berikut adalah persamaan dari proses *closing* :

$$A \bullet S = (A \oplus S) \otimes S$$

<p>Matriks Gambar A</p> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<p>Structuring Element S</p> <table><tr><td>1</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>1</td></tr></table>	1	1	1																																																			
0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																					
0	1	0	1	1	0	0	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	1	1	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	0	0	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	0	1	1	0																																																																																																					
0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																					
1																																																																																																													
1																																																																																																													
1																																																																																																													
<p>Proses Dilation</p> <table><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	<p>Proses Erosion</p> <table><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	0	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	1	1	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	1	1	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	1	1	1	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	0	1	1	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	0	1	1	0																																																																																																					
0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																					
0	1	0	1	1	0	0	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	1	1	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	0	1	0	0																																																																																																					
0	1	1	1	1	0	1	1	0																																																																																																					
0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																					

Gambar 28. Proses Closing

5) Circle Hough Transform

Circle Hough Transform merupakan teknik yang digunakan untuk mendeteksi lingkaran di dalam sebuah gambar. Metode *Circle Hough Transform* dibentuk dari persamaan lingkaran (Nixon & Aguado, 2002: 178) :

$$(x - x_o)^2 + (y - y_o)^2 = r^2$$

Persamaan ini mendefinisikan kedudukan titik (x, y) terhadap pusat lingkaran (x_o, y_o) dengan jar-jari r . Sedangkan persamaan polar untuk setiap titik (x, y) di lingkaran :

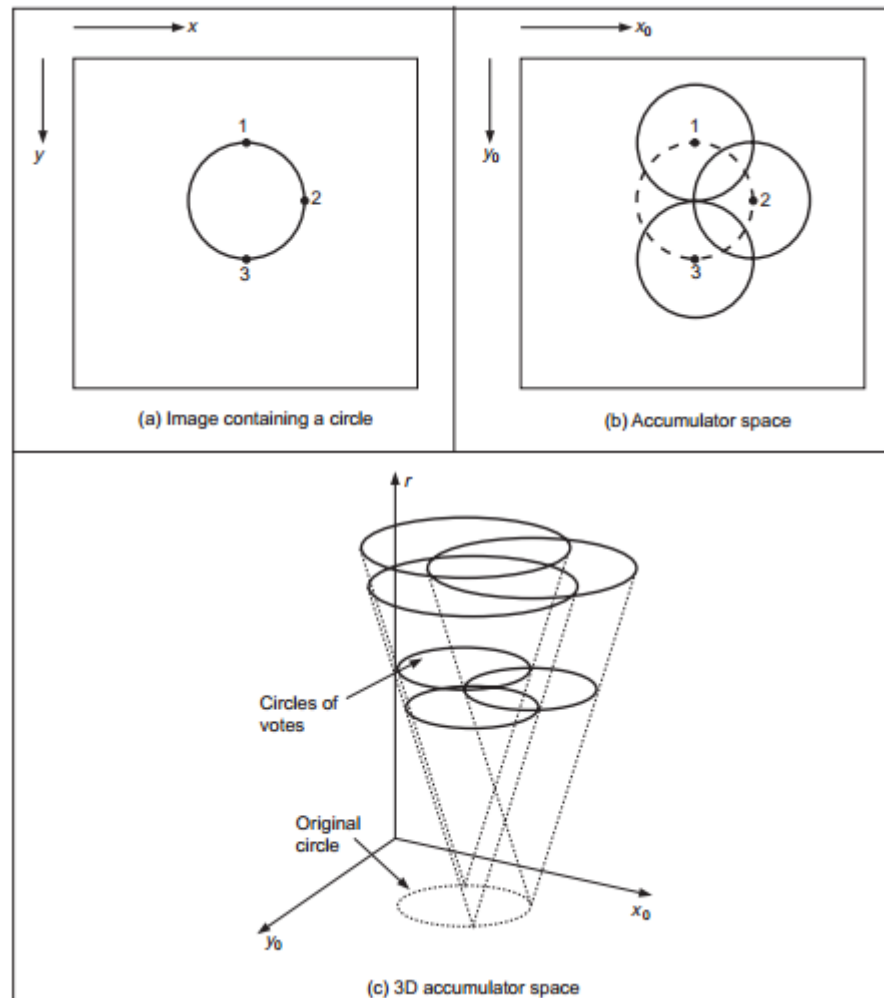
$$x = x_o + r \cos \theta$$

$$y = y_o + r \sin \theta$$

Selanjutnya persamaan polar tersebut dipindah ruas. Hal tersebut bertujuan untuk menemukan titik pusat lingkaran yang mengandung titik-titik tersebut.

$$x_o = x - r \cos \theta$$

$$y_o = y - r \sin \theta$$



Gambar 29. Circle Hough Transform (Nixon & Aguado, 2002: 181)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

1. Penelitian yang dilakukan oleh Mohamad Roisul Fata (2014) dari Universitas Negeri Yogyakarta dengan penelitian yang berjudul Pengembangan Perangkat Lunak Aplikasi Koreksi Lembar Jawab Berbasis Pengolahan Citra Di SMK NU Hasyim Asy'ari Tarub dan SMKN 1 Adiwerna. Jenis penelitiannya adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) ADDIE yang dikemukakan oleh William dan Diana yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*. Pada langkah *development*, difokuskan pada pengembangan perangkat lunak aplikasi koreksi lembar jawab berbasis pengolahan citra

menggunakan teknik *grayscale*, *thresholding* dan *cropping* yang didasarkan pada kaidah rekayasa perangkat lunak *The Linear Sequential Model* yaitu *analysis*, *design*, *code*, dan *test*. Hasil penelitian diketahui bahwa kelayakan aplikasi ditinjau dari empat aspek yaitu (1) Aspek *correctness* mendapatkan jumlah rerata skor 6,9 dengan kategori sangat baik; (2) Aspek *integrity* mendapatkan jumlah rerata skor 2,0 dengan kategori sangat baik; (3) Aspek *reliability* mendapatkan jumlah rerata skor 27,0 dengan kategori sangat baik; (4) Aspek *usability* mendapatkan jumlah rerata skor 52,8 dengan kategori sangat baik. Total penilaian semua aspek mendapatkan jumlah skor rerata 88,7 dengan kategori sangat baik sehingga perangkat lunak aplikasi ini layak digunakan di SMK NU Hasyim Asy'ari Tarub dan SMKN 1 Adiwerna.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Roni Setiawan (2012) dari Universitas Negeri Yogyakarta dengan penelitian yang berjudul Pengembangan Robot Pendeteksi Objek Berdasarkan Warna Dengan Sensor Kamera Sebagai Media Pembelajaran. Dalam penelitian tersebut dikembangkan sebuah robot pendeteksi objek sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika dengan subjek penelitian adalah peserta didik program studi mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta. Penelitian ini memiliki beberapa tahap, yaitu Analisis kebutuhan, desain dan pembuatan produk, pengujian dan revisi produk, pembuatan instrumen penelitian, uji coba kelayakan produk, penggunaan produk dalam proses pembelajaran. Dari instrumen instrumen angket didapatkan reliabilitas instrumen media pembelajaran = 0,938 dan reliabilitas instrumen materi pembelajaran = 0,92. Sedangkan dari instrumen tes didapatkan reliabilitas instrumen *pretest* = 0,856 dan reliabilitas instrumen

posttest = 0,953. Hasil penelitian dari aspek kemanfaatan didapatkan 40% responden menyatakan media tersebut sangat layak, 60% menyatakan layak.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Dikka Pragola (2015) dari Universitas Negeri Yogyakarta dengan penelitian yang berjudul Pengembangan *Trainer* pembelajaran sistem kendali posisi pada motor DC seri VEXTA. Dalam penelitian tersebut dikembangkan sebuah Pengembangan *Trainer* pembelajaran sistem kendali posisi pada motor DC seri VEXTA sebagai media pembelajaran mata kuliah robotika dengan subjek penelitian adalah peserta didik program studi mekatronika Universitas Negeri Yogyakarta. Koefisien reliabilitas instrumen media pembelajaran = 0,931 dan reliabilitas instrumen materi pembelajaran = 0,947. Keduanya menunjukkan nilai koefisien di atas 0,8 sehingga dinyatakan sangat reliabel, Aspek Kemanfaatan sangat layak mendapat persentase 62,5%, Aspek rekayasa perangkat lunak dan perangkat keras sangat layak mendapat persentase 50%, Aspek komunikasi visual sangat layak dan kategori layak keduanya memiliki presentase 50%, Aspek relevansi materi kategori layak memiliki presentase 50%, Aspek teknis media pembelajaran kategori layak memiliki presentase 50%.

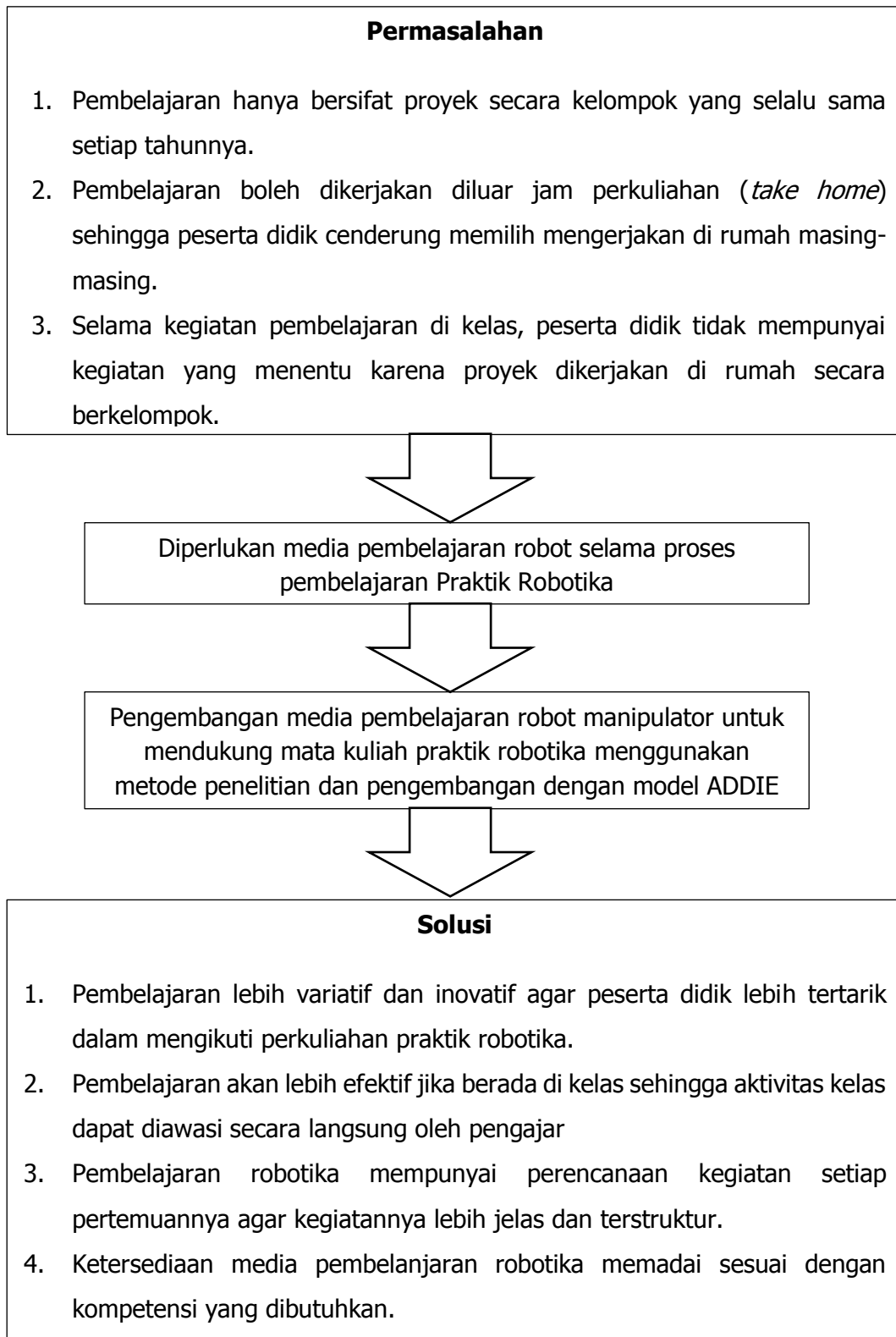
C. Kerangka Berpikir

Mata kuliah praktik robotika membekali ilmu pengetahuan tentang bagaimana cara merancang robot hingga pada bagaimana cara pembuatan bagian mekanik, elektronik serta sistem kendali suatu robot. Sehingga setelah selesai mengikuti mata kuliah praktik robotika, mahasiswa dapat mengenal dan memahami prinsip pembuatan robot secara keseluruhan.

Pembelajaran praktik robotika hanya membekali peserta didik dengan satu proyek secara berkelompok yang selalu sama setiap tahunnya dan selama proses

mengerjakan proyek diperbolehkan di luar jam perkuliahan. Sehingga, aktivitas kelas selama proses pembelajaran praktik robotika menjadi sangat pasif dan tidak menentu karena peserta didik cenderung lebih memilih mengerjakan proyeknya di rumah masing-masing. Oleh karena itu, untuk meningkatkan motivasi serta keaktifan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran praktik robotika di kelas, dibutuhkan proses pembelajaran yang lebih variatif yaitu dengan menggunakan media pembelajaran berupa robot manipulator. Proses pengembangan media pembelajaran menggunakan metode penelitian dan pengembangan ADDIE agar selama proses pembuatannya lebih jelas dan terstruktur.

Media pembelajaran yang digunakan harus memadai agar kompetensi dari pembelajaran praktik robotika dapat tercapai dengan baik. Jika peserta didik mempunyai motivasi belajar dan keaktifan yang baik, maka proses pembelajaran praktik robotika dapat merespon tanggung jawab dan keinisiatifan peserta didik untuk terus belajar dalam mengembangkan ilmu dan sekaligus dapat meningkatkan pencapaian hasil belajar yang lebih baik.



Gambar 30. Kerangka Pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian kajian teori dan kerangka pikir di atas, dapat disimpulkan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan robot manipulator sebagai media pembelajaran ?
2. Bagaimana unjuk kerja robot manipulator sebagai media pembelajaran ?
3. Bagaimana tingkat kelayakan robot manipulator sebagai media pembelajaran mata kuliah praktik robotika ?
4. Bagaimana pencapaian hasil belajar peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran robot manipulator ?

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji produk hasil pengembangan yang layak digunakan sebagai media pembelajaran praktik robotika. Langkah-langkah yang digunakan dalam mengembangkan produk menggunakan model ADDIE menurut Robert Maribe Branch (2009: 2) yaitu *Analyze* (menganalisis), *Design* (merancang), *Develop* (mengembangkan), *Implement* (menerapkan), serta *Evaluate* (mengevaluasi).

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan produk mengikuti langkah-langkah penelitian dan pengembangan ADDIE yang dikemukakan oleh Robert Maribe Branch (2009: 3).

	<i>Analyze</i>	<i>Design</i>	<i>Develop</i>	<i>Implement</i>	<i>Evaluate</i>
Concept	Identify the probable causes for a performance gap	Verify the desired performances and appropriate testing methods	Generate and validate the learning resources	Prepare the learning environment and engage the students	Assess the quality of the instructional products and processes, both before and after implementation
Common Procedures	1. Validate the performance gap 2. Determine instructional goals 3. Confirm the intended audience 4. Identify required resources 5. Determine potential delivery systems (including cost estimate) 6. Compose a project management plan	7. Conduct a task inventory 8. Compose performance objectives 9. Generate testing strategies 10. Calculate return on investment	11. Generate content 12. Select or develop supporting media 13. Develop guidance for the student 14. Develop guidance for the teacher 15. Conduct formative revisions 16. Conduct a Pilot Test	17. Prepare the teacher 18. Prepare the student	19. Determine evaluation criteria 20. Select evaluation tools 21. Conduct evaluations
	<i>Analysis Summary</i>	<i>Design Brief</i>	<i>Learning Resources</i>	<i>Implementation Strategy</i>	<i>Evaluation Plan</i>

Gambar 31. Alur Prosedur Penelitian

Penjelasan dari langkah-langkah model ADDIE menurut Robert Maribe Branch adalah sebagai berikut:

1. *Analyze* (Menganalisis)

Analisis bertujuan untuk mengumpulkan informasi dengan mengidentifikasi kemungkinan penyebab terjadinya kesenjangan kinerja. Analisis dilaksanakan dengan cara melakukan observasi secara langsung pada kegiatan pembelajaran praktik robotika yang meliputi kegiatan belajar mengajar dan aktivitas yang dilakukan peserta didik selama di dalam kelas. Observasi yang dilakukan merupakan *participant observation* sehingga peneliti melakukan observasi langsung dengan berperan serta dalam proses pembelajaran praktik robotika di kelas. Prosedur yang dilakukan dalam melakukan proses analisis meliputi:

- a. Memvalidasi kesenjangan kinerja
- b. Merumuskan tujuan instruksional
- c. Mengidentifikasi karakteristik peserta didik
- d. Mengidentifikasi sumber-sumber yang dibutuhkan
- e. Menentukan strategi pembelajaran yang tepat
- f. Menyusun rencana pengelolaan program/proyek

2. *Design* (Merancang)

Proses perancangan bertujuan untuk memverifikasi kinerja yang akan dicapai serta pemilihan metode tes yang sesuai. Pada tahap ini peneliti membuat *blueprint* (rancangan) yang akan dilakukan setelah selesai mendapatkan data hasil observasi. Proses perancangan ini berfokus pada tujuan instruksional yang akan dicapai dan metode tes yang akan digunakan. Terdapat 4 langkah yang dilakukan dalam tahap perancangan, diantaranya:

- a. Menyusun daftar tugas-tugas
- b. Menyusun tujuan kinerja (pembelajaran)
- c. Menyusun strategi tes
- d. Menghitung investasi/biaya yang dikeluarkan

3. *Develop* (Mengembangkan)

Tahapan pengembangan adalah realisasi dari perancangan yang terdapat pada tahap sebelumnya. Tahapan ini bertujuan untuk menghasilkan serta memvalidasi sumber-sumber belajar yang akan digunakan dalam proses pembelajaran praktik robotika. Terdapat 6 langkah yang dilakukan dalam proses pengembangan, diantaranya:

- a. Menentukan isi/konten dari media pembelajaran
- b. Memilih serta mengembangkan media pembelajaran yang mendukung
- c. Mengembangkan pedoman pengoperasian media pembelajaran bagi peserta didik
- d. Mengembangkan pedoman pengoperasian media pembelajaran bagi pengajar
- e. Melakukan revisi formatif
- f. Melakukan tes uji coba

4. *Implement* (Menerapkan)

Konsep dari tahap penerapan adalah menyiapkan lingkungan belajar yang melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran praktik robotika melalui penerapan serta uji kelayakan produk hasil pengembangan pada situasi dan kondisi yang sebenarnya melalui proses demonstrasi dalam pembelajaran praktik robotika oleh peserta didik dengan mengikuti beberapa tahapan yang tersaji dalam

labsheet. Terdapat 2 langkah yang dilakukan dalam proses penerapan, diantaranya:

- a. Mempersiapkan pengajar
- b. Mempersiapkan peserta didik

5. *Evaluate* (Mengevaluasi)

Konsep dari tahap evaluasi adalah menilai kualitas dari produk serta proses instruksional baik sebelum maupun sesudah penerapan dari media pembelajaran.

Terdapat 3 tahapan yang dilakukan dalam proses evaluasi, diantaranya:

- a. Menentukan kriteria evaluasi
- b. Memilih alat evaluasi
- c. Melakukan evaluasi

Terdapat 3 kriteria evaluasi menurut Robert Maribe Branch (2009: 155) yaitu (1) evaluasi presepsi, (2) evaluasi pembelajaran, dan (3) evaluasi kemampuan. Sedangkan alat evaluasi diantaranya adalah survei, kuisisioner/angket, wawancara, skala likert, pertanyaan terbuka, ujian, permainan peran, observasi, latihan, simulasi, tugas autentik, daftar cek kinerja, penilaian atasan, pengamatan sebaya, dan lain-lain.

Langkah kedua adalah menentukan alat evaluasi. Alat evaluasi yang dipilih oleh peneliti adalah angket dengan skala likert empat pilihan dan tes. Langkah ketiga adalah proses evaluasi dengan memberikan angket kepada peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran robot manipulator. Selain itu juga terdapat tes berupa *pretest* dan *posttest* untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.

C. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai sejak bulan Mei 2016 sampai dengan selesai, dan lokasi penelitian berada di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

D. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah peserta didik program studi Pendidikan Teknik Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta yang sedang mengambil mata kuliah praktik robotika.

E. Metode dan Alat Pengumpulan Data

1. Jenis Instrumen

Sugiyono (2012: 92) mengemukakan bahwa instrumen penelitian digunakan untuk melakukan pengukuran dengan tujuan menghasilkan data kuantitatif yang akurat. Selain itu, Sugiyono (2012:137) juga menyatakan terdapat dua hal utama yang mempengaruhi kualitas data hasil penelitian, yaitu kualitas instrumen penelitian dan kualitas pengumpulan data. Maka dari itu teknik pengumpulan data dipilih sesuai dengan jenis data yang diambil yang meliputi:

a. Angket

Sugiyono (2012:142) menyatakan angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Dalam penelitian ini angket yang digunakan berbentuk *checklist*.

Angket dalam penelitian ini digunakan untuk mengumpulkan data mengenai kelayakan media pembelajaran yang diberikan kepada ahli materi, ahli media, dan peserta didik.

1) Instrumen Angket Kelayakan Media Pembelajaran

Instrumen yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran berbentuk angket. Instrumen angket terdiri dari sejumlah pernyataan yang harus diisi oleh responden sesuai dengan keadaan sebenarnya yang terkait dengan media pembelajaran. Instrumen angket kelayakan media pembelajaran ini terdiri dari 3 aspek, yaitu:

a) Aspek Kebermanfaatan

Aspek ini menilai tingkat kemanfaatan dari robot manipulator sebagai media pembelajaran yang digunakan untuk memenuhi kompetensi pada pembelajaran praktik robotika.

b) Aspek Perangkat Media Pembelajaran

Aspek ini berfungsi untuk menilai bentuk serta unjuk kerja dari fungsi dari *hardware* maupun *software* yang digunakan dalam perangkat media pembelajaran.

c) Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran

Aspek ini berfungsi untuk menilai apakah terdapat relevansi antara perangkat media pembelajaran dengan materi pembelajaran.

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Angket Kelayakan Media Pembelajaran

No	Aspek	Indikator	Nomor Butir
1.	Kebermanfaatan	Mengetahui kesesuaian media pembelajaran dalam proses pembelajaran robotika	1, 2
		Mengetahui kesesuaian media pembelajaran bagi peserta didik	3, 4, 5, 6
		Mengetahui kebermanfaatan media pembelajaran bagi pengajar	7, 8

2.	Perangkat Media Pembelajaran	Mengetahui tingkat keergonomisan media pembelajaran	9
		Mengetahui tingkat pemahaman perangkat keras pada media pembelajaran	10
		Mengetahui tingkat pemahaman perangkat lunak pada media pembelajaran	11
		Mengetahui tingkat kejelasan fungsi pada bagian-bagian media pembelajaran	12, 13
		Mengetahui proses penggunaan media pembelajaran	14, 15, 16
3.	Keterkaitan Media Pembelajaran	Mengetahui relevansi dengan materi lain	17, 18, 19
		Mengetahui relevansi dengan proses otomatisasi industri	20

2) Instrumen Angket Kelayakan Materi Pembelajaran

Instrumen yang digunakan untuk mengukur kelayakan materi pembelajaran yang didapat peserta didik, menggunakan instrumen angket yang terdiri dari 2 aspek, yaitu:

a) Kualitas Materi Ajar

Aspek ini bertujuan untuk menilai kualitas materi ajar yang disampaikan pengajar kepada peserta didik. Materi ajar yang disampaikan kepada peserta didik terdapat dalam *labsheet* yang di dalamnya terdapat uraian tentang materi dan sekaligus menyajikan beberapa langkah dalam mengoperasikan media pembelajaran robot manipulator.

b) Kebermanfaatan

Aspek ini menilai tingkat kebermanfaatan dari materi pembelajaran yang didapatkan oleh peserta didik.

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Angket Kelayakan Materi Pembelajaran

No	Aspek	Indikator	Nomor Butir
1.	Kualitas Materi Ajar	Mengetahui relevansi materi pembelajaran	1, 2
		Mengetahui tingkat kompetensi	3
		Mengetahui tingkat pemahaman <i>labsheet</i>	4, 5,6
		Mengetahui keterkaitan <i>labsheet</i> dengan media pembelajaran	7
		Mengetahui tingkat keefektifan <i>labsheet</i> dalam menyajikan langkah kerja	8, 9, 10, 11,12,13
		Mengetahui kualitas materi pembelajaran	14, 15
2.	Kebermanfaatan	Mengetahui kebermanfaatan <i>labsheet</i> bagi peserta didik	16, 17, 18
		Mengetahui kebermanfaatan <i>labsheet</i> bagi pendidik	19, 20

3) Instrumen Angket Pengguna

Instrumen angket pengguna memiliki aspek dan sejumlah pertanyaan yang sama dengan instrumen yang ditujukan kepada ahli media karena untuk membandingkan persepsi antara peserta didik sebagai pengguna dengan ahli media.

b. Tes

Selain menggunakan angket, pengumpulan data juga diperoleh melalui tes. Tes merupakan alat yang digunakan untuk mengukur atau mengetahui sifat, kecakapan dan tingkah laku dengan menggunakan aturan-aturan tertentu. Tes dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui kemampuan awal dan kemampuan akhir peserta didik. Jenis tes yang dipakai berbentuk tes pilihan ganda (*multiple choice test*).

1) Instrumen Tes

Untuk mengukur penguasaan materi oleh peserta didik digunakan instrumen tes. Instrumen tes berupa soal pilihan ganda yang harus dijawab oleh peserta didik. Tes diberikan sebelum dan sesudah pelaksanaan penggunaan media pembelajaran (*pretest* dan *posttest*). Tes yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tes pilihan ganda dengan lima alternatif jawaban. Nilai untuk setiap soal adalah 1 untuk jawaban benar dan 0 untuk jawaban salah.

Tabel 5. Kisi-kisi Instrumen Tes

No	Kompetensi Dasar	Indikator	Butir Soal
1.	Prinsip Dasar Komunikasi	Memahami komponen dasar komunikasi	1
		Memahami metode komunikasi data	2
2.	Memahami konfigurasi <i>Wireless Network</i>	Memahami standarisasi komunikasi <i>wireless</i>	3
		Memahami cara konfigurasi <i>IP Address</i>	4,5,6
		Memahami komunikasi data <i>peer to peer</i>	7
3.	Memahami Arsitektur TCP/IP	Memahami cara melakukan konfigurasi komunikasi TCP/IP	8,9,10,11
		Memahami Proses Pengiriman data	12,13,14,15
4.	Memahami dasar pengolahan citra digital	Memahami pola diagram HSV (<i>Hue, Saturation, Value</i>)	16
		Memahami metode <i>line hough transform</i>	17
		Memahami metode <i>circle hough transform</i>	18
		Memahami proses <i>filtering</i>	19,20

2. Validitas Instrumen

Pengujian dilakukan untuk menilai instrumen valid atau tidak valid. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya

diukur (Sugiyono, 2012: 121). Jika instrumen penelitian digunakan untuk mengukur kandungan materi maka isi butir-butir pernyataan dalam instrumen penelitian harus mengarah pada kandungan materi.

Sugiyono (2012: 125) menyatakan bahwa untuk menguji validitas kontrak, dapat digunakan pendapat dari para ahli (*judgement experts*). Dalam hal ini setelah instrumen dikonstruksi tentang aspek-aspek yang akan diukur dengan berlandaskan teori tertentu, maka selanjutnya dikonsultasikan dengan ahli. Pengujian validitas isi dapat dilakukan dengan membandingkan antara isi instrumen dengan materi pelajaran yang telah diajarkan (Sugiyono, 2012: 129). Validitas empiris instrumen diuji dengan cara membandingkan antara kriteria yang ada pada instrumen dengan fakta-fakta empiris yang terjadi di lapangan.

Pada tahap ini, peneliti akan membandingkan dan mengkorelasikan antara skor butir (besaran interval) dengan skor total butir (interval). Oleh karena itu, analisis butir dilakukan dengan menggunakan korelasi *Product Moment* dengan rumus sebagai berikut, Suharsimi Arikunto (2015: 87):

$$r_{xy} = \frac{N\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N\sum X^2 - (\sum X)^2\} \{N\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

- r_{xy} : Koefisien korelasi antara variabel x dan y
- N : Jumlah butir
- $\sum XY$: Jumlah perkalian skor total dengan skor butir
- X : Skor butir
- Y : Skor total

e. Reliabilitas Instrumen

Sugiyono (2012: 121) menjelaskan bahwa instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama.

Dalam penelitian ini digunakan rumus *alpha cronbach* untuk melakukan uji reliabilitas. Rumus *alpha cronbach* digunakan untuk pengujian instrumen pengguna untuk mengetahui tingkat reliabilitasnya. Suharsimi Arikunto (2015: 122) menyajikan rumus pengujian reliabilitas dengan rumus *alpha cronbach* adalah sebagai berikut:

$$r_{11} = \left[\frac{n}{(n-1)} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Keterangan:

r_{11} : Reliabilitas instrumen (indeks keandalan)

n : Banyaknya butir pertanyaan

$\sum \sigma_i^2$: Jumlah varians butir

σ_t^2 : Varians total

Rumus untuk varians, Suharsimi Arikunto (2015:123):

$$\sigma_t^2 = \frac{\sum X_t^2}{N} - \frac{(\sum X_t)^2}{N}$$

Keterangan:

$\sum X_t^2$: Jumlah kuadrat skor total

$(\sum X_t)^2$: Kudrat jumlah skor tiap item

N : Jumlah responden

Setelah koefisien reliabilitas diketahui, maka selanjutnya diinterpretasikan dalam sebuah patokan. Untuk menginterpretasikan koefisien *alpha cronbach* menurut Triton Prawira Budi (2006: 248) digunakan kategori berikut:

Tabel 6. Kategori Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Tingkat reliabilitas
0,00 s.d. 0,20	Kurang Reliabel
>0,20 s.d. 0,40	Agak Reliabel
>0,40 s.d. 0,60	Cukup Reliabel
>0,60 s.d. 0,80	Reliabel
>0,80 s.d. 1,00	Sangat Reliabel

F. Teknik Analisis Data

1. Analisis Angket

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif. Produk media hasil rancangan setelah diimplementasikan dalam bentuk produk jadi kemudian diuji tingkat kelayakan produk. Produk diuji menggunakan angket persepsi dengan skala likert empat pilihan yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, sangat tidak setuju. Modifikasi skala likert dimaksudkan untuk menghilangkan kelemahan yang dikandung oleh skala lima tingkat, modifikasi skala likert meniadakan katagori jawaban yang di tengah berdasarkan dua alasan yaitu (1) katagori tersebut memiliki arti ganda, bisa diartikan belum dapat memutuskan atau memberikan jawaban, dapat diartikan netral, setuju tidak, tidak setujupun tidak, atau bahkan ragu-ragu, (2) maksud katagori sangat setuju, setuju, tidak setuju, sangat tidak setuju adalah terutama untuk melihat kecenderungan pendapat responden, ke arah setuju atau ke arah tidak setuju. Setelah data-data diperoleh selanjutnya adalah mengubah data kualitatif menjadi kuantitatif dengan penilaian 4 gradasi yaitu 4, 3, 2, 1 seperti yang ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Alternatif Jawaban dan Pembobotan Skor

Alternatif Jawaban	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (S)	3
Tidak Setuju (TS)	2
Sangat Tidak Setuju (STS)	1

Pada instrumen angket digunakan 4 (empat) pilihan jawaban, yaitu sangat setuju (4), setuju (3), tidak setuju (2) dan sangat tidak setuju (1). Teknik analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif. Setelah mendapatkan tabulasi skor, langkah perhitungannya adalah sebagai berikut, Suharsimi Arikunto (2015: 287):

- a. Menentukan jumlah kelas interval,

Kriteria kelayakan dikategorikan menjadi 4 yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju dan sangat tidak setuju.

- b. Menentukan rentang skor, yaitu skor maksimum dan skor minimum,

$$X_{min} = 1 \times \text{jumlah butir}$$

$$X_{max} = 4 \times \text{jumlah butir}$$

- c. Menentukan Mean ideal (\bar{X}_i) dan Simpangan baku ideal (SB_i)

$$\bar{X}_i = \frac{1}{2} \times (X_{max} + X_{min})$$

$$SB_i = \frac{1}{6} \times (X_{max} - X_{min})$$

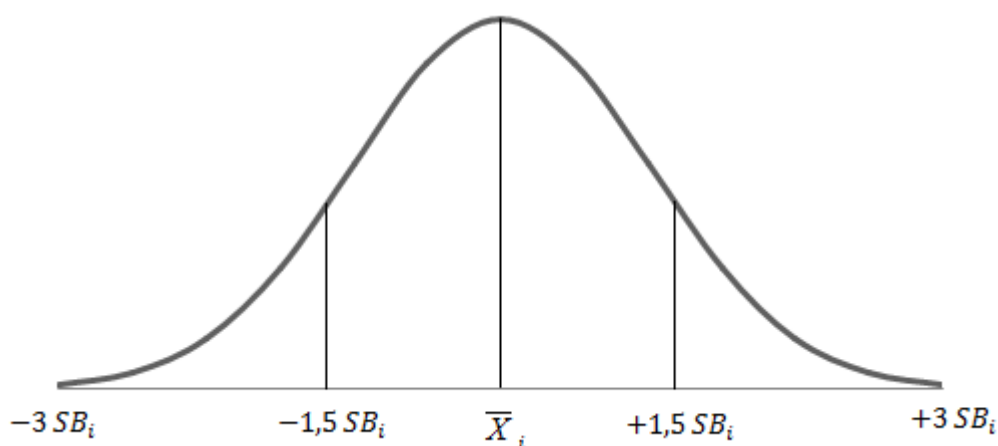
- d. Menyusun kelas interval dimulai dari skor terkecil sampai terbesar.

Pembagian jarak interval dicari dengan membuat kurva distribusi normal yang dibagi menjadi 4 skala.

$$4 \text{ skala} = 6 SB_i$$

$$1 \text{ skala} = \frac{6 SB_i}{4}$$

$$1 \text{ skala} = 1,5 SB_i$$



Gambar 32. Kurva Distribusi Normal 4 Kriteria

Untuk menyimpulkan kelayakan dalam aspek penilaian media pembelajaran dan materi pembelajaran maka, dari kurva distribusi normal di atas, dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut, Suharsimi Arikunto (2015: 287):

Tabel 8. Kategori Penilaian

Skor	Kategori
$\bar{X}_i + 1,5 SB_i < X \leq \bar{X}_i + 3 SB_i$	Sangat layak / sangat setuju
$\bar{X}_i < X \leq \bar{X}_i + 1,5 SB_i$	Layak / setuju
$\bar{X}_i - 1,5 SB_i < X \leq \bar{X}_i$	Tidak layak / tidak setuju
$\bar{X}_i - 3 SB_i < X \leq \bar{X}_i - 1,5 SB_i$	Sangat tidak layak / Sangat tidak setuju

2. Analisis *Pretest* dan *Posttest*

Analisis *pretest* dan *posttest* menggunakan statistik deskriptif. Menurut Sugiyono (2012: 147) statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi. Penelitian ini dilakukan pada populasi (tanpa mengambil data sampel), oleh karena itu analisisnya jelas menggunakan analisis statistika deskriptif. Sugiyono (2012: 148) menyatakan bahwa penyajian

data pada analisis statistika deskriptif umumnya direpresentasikan melalui tabel, grafik, diagram lingkaran, pictogram, perhitungan modus, median, mean, perhitungan desil, persentil, perhitungan penyebaran data melalui perhitungan rata-rata, standar deviasi, dan perhitungan persentase. Analisis data yang dilakukan pada hasil *pretest* dan *posttest* disajikan dalam bentuk tabel yang terdapat nilai rerata skor, dan selisih dari hasil *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui seberapa besar peningkatannya setelah menggunakan media pembelajaran berupa robot manipulator.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data Uji Coba

Prosedur pengembangan yang dilakukan peneliti menggunakan model penelitian ADDIE model ADDIE menurut Robert Maribe Branch (2009: 2) yaitu *Analyze* (menganalisis), *Design* (merancang), *Develop* (mengembangkan), *Implement* (menerapkan), serta *Evaluate* (mengevaluasi).

1. Hasil Analisis

Pada tahap analisis, peneliti melakukan observasi secara langsung mengenai bagaimana proses pembelajaran dan aktivitas peserta didik selama mengikuti kuliah praktik robotika di kelas. Dalam proses analisis peneliti menemukan beberapa permasalahan dalam proses pembelajaran praktik robotika. Hasil yang didapatkan dalam proses analisis seperti berikut:

Tabel 9. Hasil Proses Analisis

No	Prosedur	Hasil
1.	Memvalidasi kesenjangan kinerja	<ul style="list-style-type: none">➤ Pembelajaran hanya bersifat proyek secara kelompok yang selalu sama setiap tahunnya.➤ Ketersediaan media pembelajaran robotika masih kurang memadai.
2.	Merumuskan tujuan instruksional	<ul style="list-style-type: none">➤ Peserta didik dapat mengoperasikan media pembelajaran berupa robot.➤ Peserta didik mengerti bagaimana cara membangun komunikasi robot menggunakan <i>Wi-Fi</i>.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peserta didik mengerti bagaimana cara membangun aplikasi <i>client</i> dan <i>server</i>. ➤ Peserta didik memahami fungsi dari penggunaan <i>remote desktop</i>.
3.	Mengidentifikasi karakteristik peserta didik	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peserta didik cenderung memilih mengerjakan proyeknya di rumah karena diperbolehkan mengerjakan diluar jam perkuliahan (<i>take home</i>). ➤ Peserta didik kurang memiliki motivasi belajar dan keinisiatifan tinggi dalam mengeksplor sumber-sumber belajar dari luar.
4.	Mengidentifikasi sumber-sumber yang dibutuhkan/fasilitas penunjang	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sebagian besar peserta didik telah memiliki laptop sendiri. ➤ Jurusan telah menyediakan ruangan memadai yang telah dilengkapi dengan komputer beserta LCD proyektor. ➤ Alokasi waktu pembelajaran yang cukup panjang untuk setiap pertemuannya. ➤ Peserta didik telah dibekali dengan beberapa mata kuliah lain yang mendukung mata kuliah praktik robotika.
5.	Menentukan strategi pembelajaran yang tepat untuk mengatasi masalah yang ada	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pembelajaran praktik robotika menggunakan media pembelajaran berupa robot. ➤ Pengembangan media pembelajaran berupa robot manipulator

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pengembangan komunikasi robot manipulator menggunakan teknologi Wi-Fi. ➤ Pembuatan <i>labsheet</i> dalam rangka membantu mengoperasikan media pembelajaran
6.	Menyusun rencana proses penelitian	➤ Penelitian dilakukan dari bulan Mei 2016 sampai dengan selesai.

Selama ini, proses pembelajaran praktik robotika hanya difokuskan dalam pembuatan robot *line follower* yang dikerjakan secara berkelompok dalam jangka waktu 1 semester dan selama proses pembuatannya diperbolehkan di luar jam perkuliahan. Oleh karena itu, sebagian besar peserta didik tidak menghadiri proses pembelajaran robotika di kelas dengan alasan mengerjakan robot *line follower* di rumah masing-masing.

Setelah melakukan studi lapangan dan menemukan pokok permasalahan, selanjutnya peneliti melakukan studi literatur dengan cara melakukan kajian teori melalui buku-buku dan sumber informasi lainnya yang berkaitan dengan media pembelajaran yang akan dibuat.

2. Hasil Perancangan

Pada tahap ini peneliti membuat *blueprint* (rancangan) yang akan dilakukan setelah selesai mendapatkan data hasil observasi. Terdapat 4 langkah yang dilakukan dalam tahap perancangan, diantaranya:

a. Menyusun daftar tugas-tugas

Penyusunan *labsheet* oleh pendidik yang di dalamnya terdapat beberapa langkah dan tugas-tugas tertentu yang harus diselesaikan oleh peserta didik untuk

mencapai tujuan pembelajaran. Konten dari *labsheet* yang dibuat adalah sebagai berikut:

- 1) Tujuan Pembelajaran
- 2) Uraian Materi
 - a) *Remote Desktop*
 - b) *Client* dan *Server*
 - c) Pengendalian Robot Manipulator
 - d) Dasar pengolahan citra digital.
- 3) Alat dan Bahan
- 4) Keselamatan Kerja
- 5) Langkah Kerja
- 6) Latihan

b. Menyusun tujuan kinerja (pembelajaran)

Tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh peserta didik adalah sebagai berikut:

- 1) Memahami cara konfigurasi *Remote Desktop*
- 2) Memahami implementasi dari fasilitas *Remote Desktop*
- 3) Memahami cara kerja komunikasi *client server* (TCP/IP)
- 4) Memahami cara membangun komunikasi *client server* (TCP/IP)
- 5) Memahami implementasi penggunaan komunikasi *client server* (TCP/IP)
- 6) Memahami cara pengiriman data komunikasi *client server* (TCP/IP).
- 7) Memahami dasar pengolahan citra digital.
- 8) Memahami algoritma robot manipulator

c. Menyusun strategi tes

Strategi tes yang akan dilakukan adalah dengan memberikan langkah kerja praktik kepada peserta didik, kemudian memberikan tugas praktik kepada peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran dan *labsheet*. Selain itu, juga akan dilakukan *pretest* dan *posttest* untuk mengukur pencapaian hasil belajar.

d. Menghitung jumlah kebutuhan yang dikeluarkan

Rancangan kebutuhan pengembangan robot manipulator dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 10. Daftar Komponen Penyusun Robot

No	Nama Komponen	Jumlah
1.	Raspberry Pi Model 2B	1
2.	CM-530	1
3.	Dynamixel AX-12	6
4.	Motor Servo PWM	1
5.	Motor DC	4
6.	Driver motor	1
7.	USB Wi-Fi Adapter	1
8.	Wireless Access Point	1
9.	Roda	4
10.	Battery	1
11.	Bracket	9
12.	Kamera webcam Logitech C525	1

3. Hasil Pengembangan

Tahapan pengembangan adalah realisasi dari perancangan. Terdapat 6 langkah yang dilakukan dalam proses pengembangan, diantaranya:

a. Menentukan isi/konten dari media pembelajaran

Konten atau isi dari media pembelajaran berkaitan dengan tujuan pembelajaran yang akan dicapai. Berikut adalah isi dari media pembelajaran:

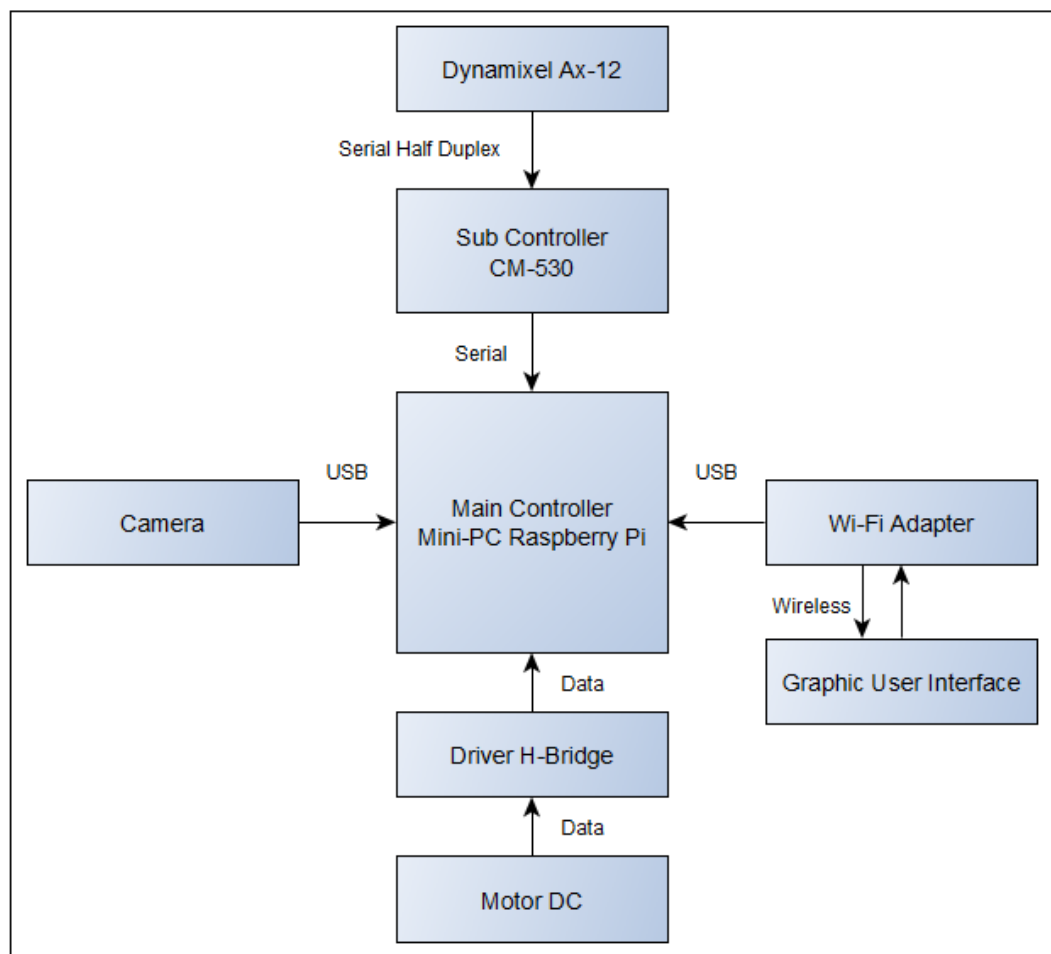
- 1) Penggunaan dan fungsi dari *Remote Desktop*.

- 2) Pengetahuan dasar tentang komunikasi *client* dan *server* pada robot manipulator.
- 3) Membangun sistem komunikasi data Wi-Fi pada robot manipulator.
- 4) Memahami dasar pengolahan citra digital.

b. Memilih serta mengembangkan media pembelajaran yang mendukung

- 1) Pengembangan sistem robot

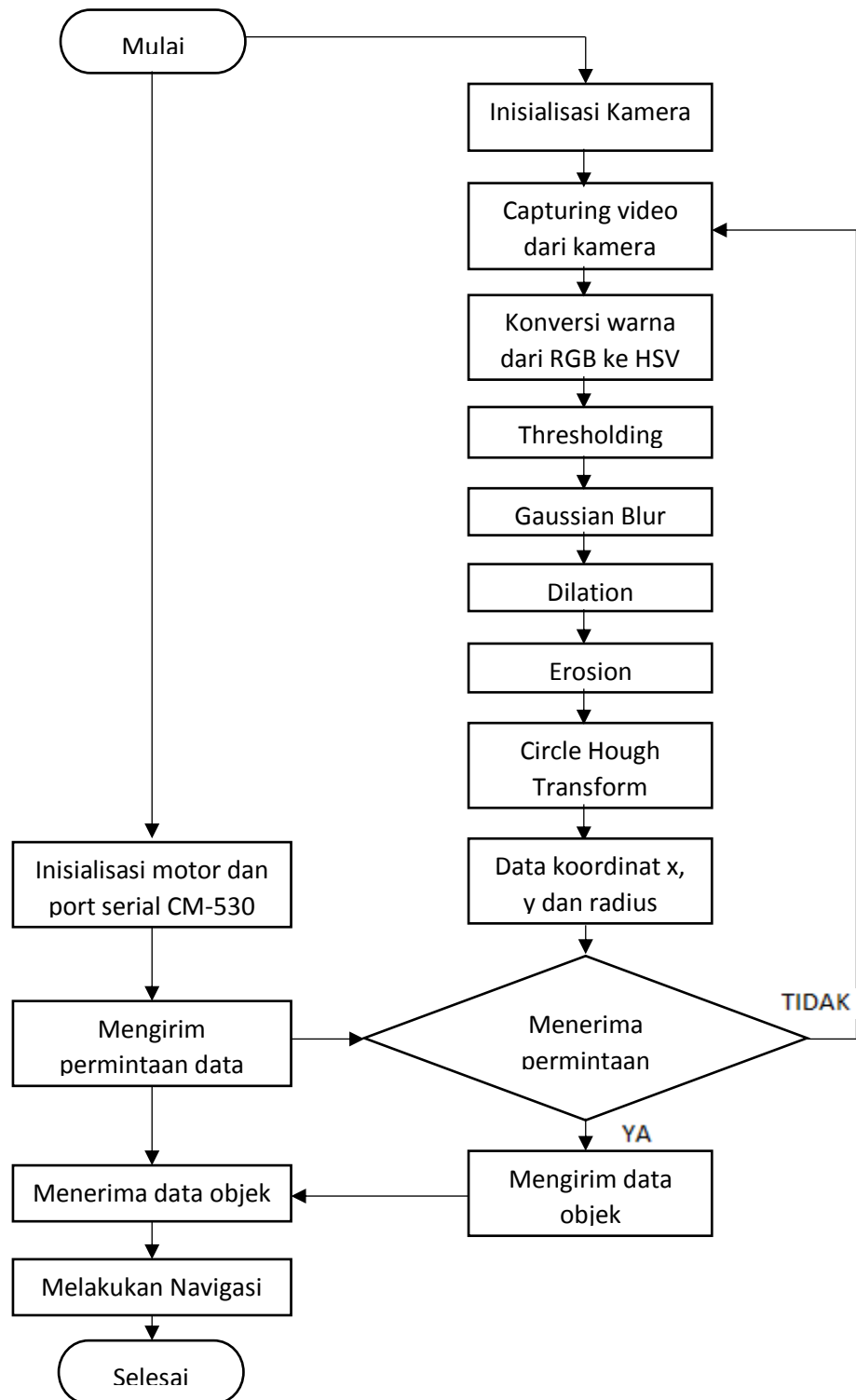
Sebelum proses pembuatan desain robot harus mengetahui sistem robot yang akan dikembangkan karena hal ini akan sangat berpengaruh dengan bentuk dan tata letak dari masing-masing komponen robot.



Gambar 33. Sistem Robot

2) Proses pembuatan algoritma

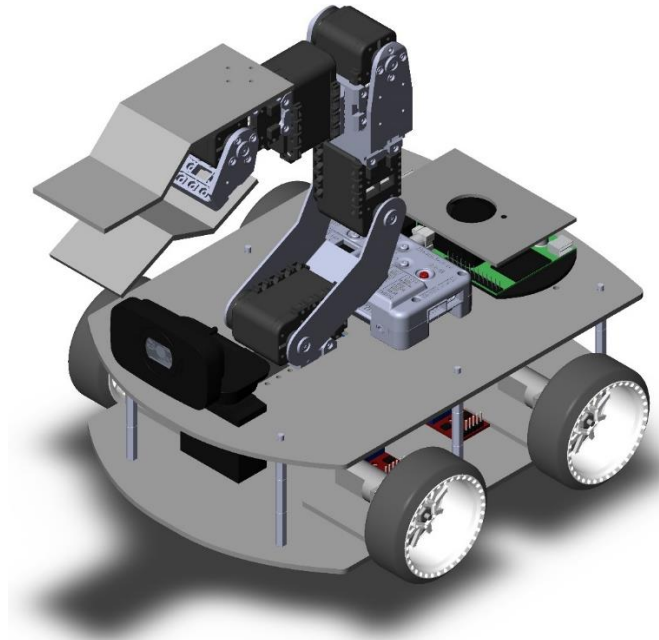
Urutan kerja robot dapat dijelaskan dengan algoritma berupa *flowchart*.



Gambar 34. Algoritma Robot

3) Pengembangan desain robot

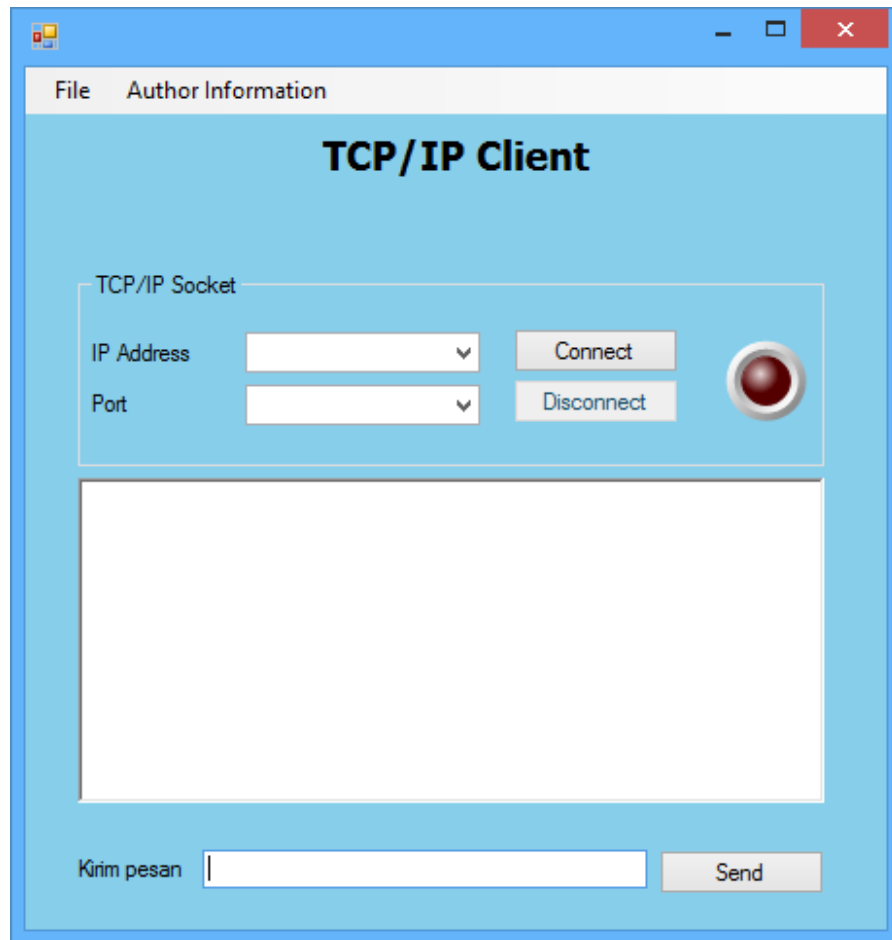
Pengembangan desain robot menggunakan software *solidwork* untuk menampilkan gambar robot manipulator dalam bentuk tiga dimensi.



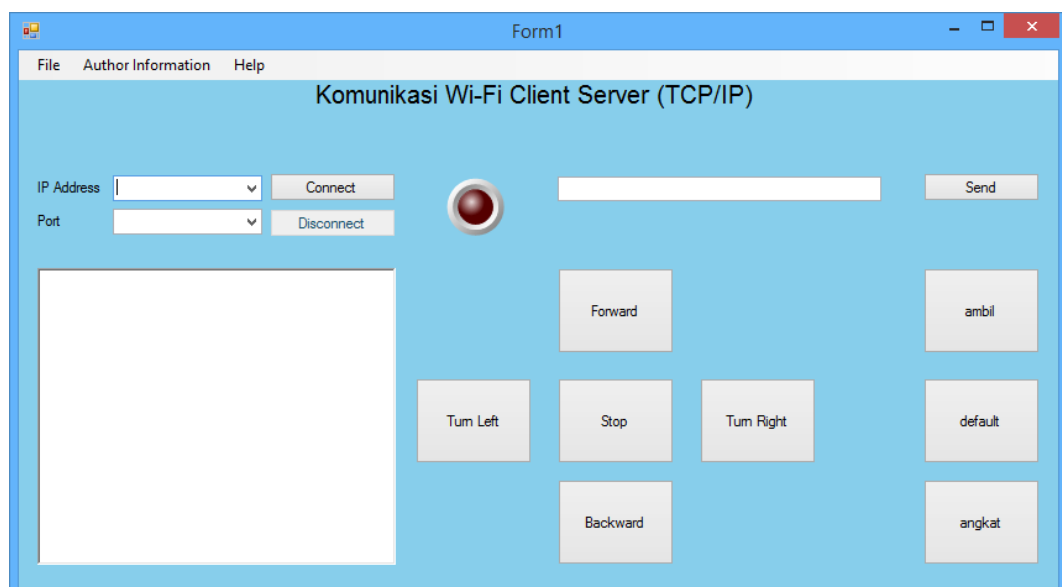
Gambar 35. Desain Robot Manipulator

4) Proses pembuatan program

Proses pembuatan program robot manipulator menggunakan tiga jenis *software* yang berbeda. Pembuatan program *client* untuk komunikasi TCP/IP menggunakan *software* Microsoft Visual Studio 2013 menggunakan bahasa pemrograman Visual C#, sedangkan pembuatan program *server* dan sekaligus pengolah algoritma utama robot manipulator menggunakan *software* python yang berjalan pada system operasi linux, dan yang terakhir adalah pembuatan motion menggunakan *software* roboplus.



Gambar 36. Program Client



Gambar 37. Program Navigasi Robot Manipulator

```

119 #=====Inisialisasi TCP/IP server=====
120 try :
121     HOST='192.168.1.3'
122     PORT=5002
123     s=socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
124     s.bind((HOST, PORT))
125     s.listen(1) #Mengijinkan berapa banyak client yang terhubung
126     conn, addr=s.accept() #Menerima permintaan koneksi dari client
127     s.setsockopt(socket.IPPROTO_TCP, socket.TCP_NODELAY, 1)
128     print 'Komunikasi TCP/IP Telah Tersambung dengan alamat', addr
129     #data=conn.recv(1024) #Terima data dari client
130     #conn.send("Konek loh")
131 except IOError:
132     print("Gagal Terkoneksi dengan client")
133
134
135 #=====Inisialisasi Webcam=====
136 capWebcam = cv2.VideoCapture(0)
137 print "default resolution = " + str(capWebcam.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH)) + "x"
138 capWebcam.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH, 320.0)
139 capWebcam.set(cv2.CAP_PROP_FRAME_HEIGHT, 240.0)
140 print "updated resolution = " + str(capWebcam.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH)) + "x"
141
142 if capWebcam.isOpened() == False:
143     print "error: capWebcam not accessed successfully\n\n"
144     os.system("pause")
145     return
146 # end if
147
148 intXFrameCenter = int(float(capWebcam.get(cv2.CAP_PROP_FRAME_WIDTH)) / 2.0)

```

Gambar 38. Program Server

c. Mengembangkan pedoman pengoperasian media pembelajaran bagi peserta didik

Pembuatan modul *labsheet* dilakukan untuk menambah pengetahuan peserta didik terhadap materi pembelajaran serta memandu bagaimana cara mengoperasikan media pembelajaran robot manipulator.

d. Mengembangkan pedoman pengoperasian media pembelajaran bagi pengajar

Selain untuk peserta didik, pedoman *labsheet* juga diberikan kepada pengajar untuk membantu selama proses pembelajaran di kelas. *Labsheet* ini juga dilengkapi dengan uraian materi sehingga lebih mudah untuk memahami materi yang akan disampaikan oleh pengajar kepada peserta didik.

e. Melakukan revisi formatif

Robert Branch (2009: 122) menyatakan bahwa "*Formative Evaluation is the process of collecting data that can be used to revise the instruction before implementation*". Revisi formatif merupakan revisi awal untuk mengumpulkan informasi dan data sebelum proses implementasi. Revisi ini meliputi revisi desain robot dan instrumen penelitian setelah mendapatkan saran dari beberapa dosen ahli yang terkait dengan bidang yang ditekuninya.

f. Melakukan tes uji coba

Tes uji coba dilakukan oleh beberapa peserta didik yang telah mengikuti proses pembelajaran praktik robotika pada tahun sebelumnya. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja media pembelajaran robot sudah sesuai dengan rancangan produk atau belum. Pengujian ini meliputi pengujian mini komputer Raspberry Pi, driver motor, proses pengiriman data, proses pengambilan gambar, dan pengujian data objek. Hasil dari pengujian perangkat robot manipulator adalah sebagai berikut ini :

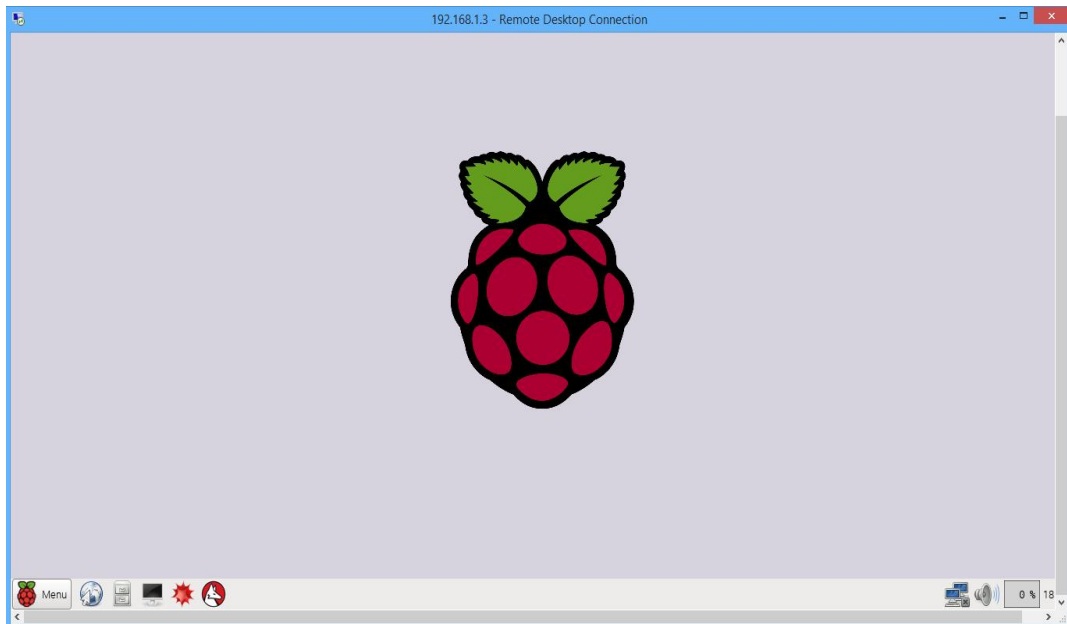
1) Pengujian mini komputer Raspberry Pi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari Raspberry Pi. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan laptop dengan Raspberry Pi melalui koneksi *Wireless Access Point*.



Gambar 39. Pengujian Raspberry Pi

Hasil pengujian ini diperoleh bahwa Raspberry Pi dapat diakses melalui jaringan *Wi-Fi* menggunakan *Wireless Access Point*.



Gambar 40. Hasil Pengujian Raspberry Pi

2) Pengujian *driver* motor

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah *driver* motor dapat berfungsi atau tidak. Pengujian ini dilakukan menggunakan program navigasi robot manipulator seperti yang ditunjukkan pada gambar 37 dengan cara menekan tombol untuk menggerakkan robot maju, mundur, belok kanan, belok kiri, dan stop.

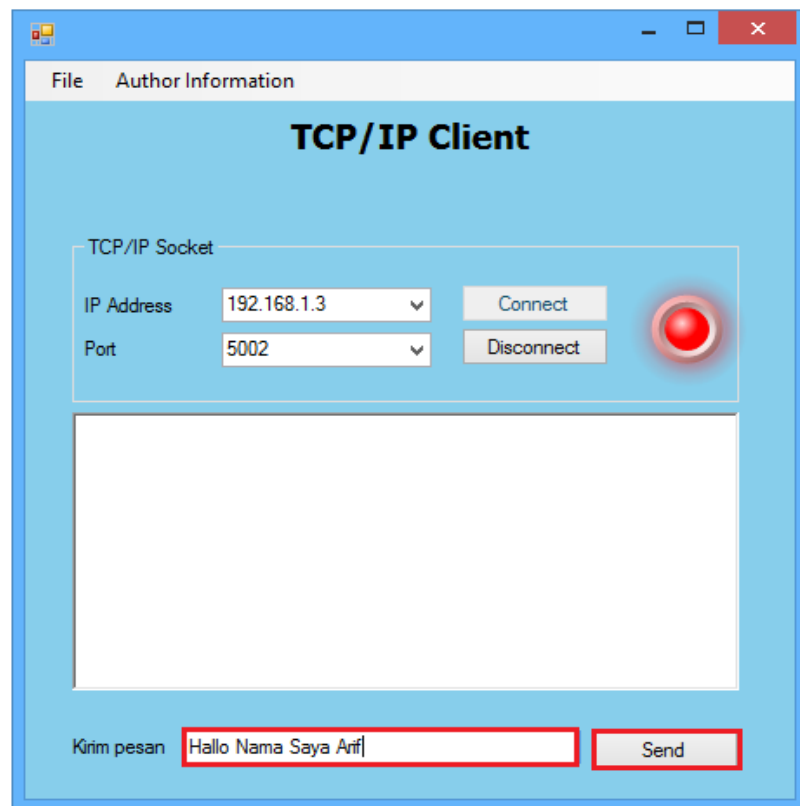
Tabel 11. Hasil Pengujian *Driver* Motor

No	Pergerakan Robot	Sesuai	Tidak Sesuai
1	Maju	√	
2	Mundur	√	
3	Belok kanan	√	
4	Belok kiri	√	
5	Stop	√	

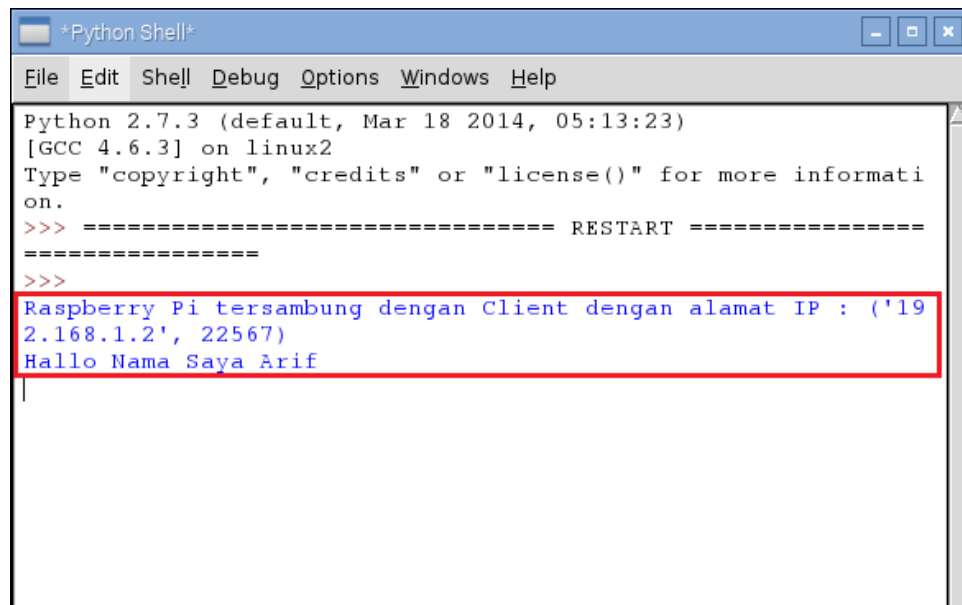
3) Pengujian pengiriman data

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah data yang dikirim oleh *client* akan diterima oleh *server* dengan urutan dan bentuk yang sama.

Pengujian ini dilakukan menggunakan program *client* pada Microsoft visual studio dan program *server* pada python.



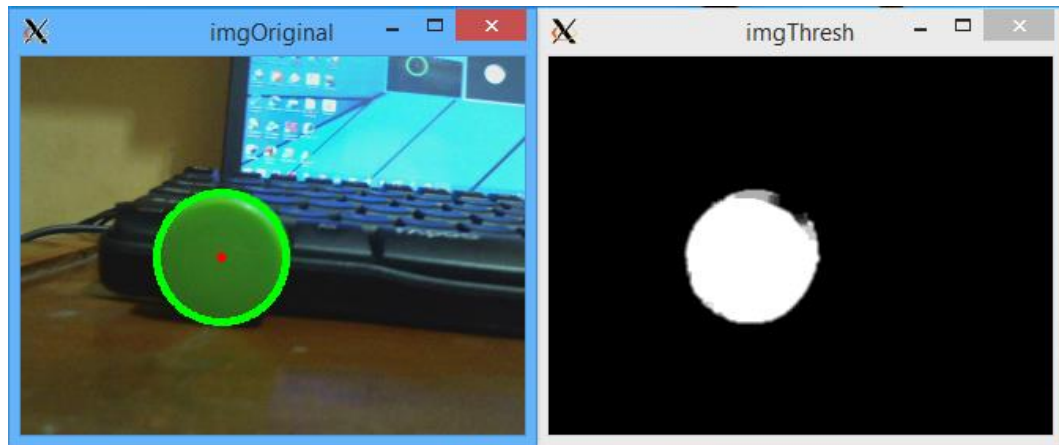
Gambar 41. Pengiriman Data Pada Program Client



Gambar 42. Penerimaan Data Oleh Program Server

4) Pengujian pengambilan gambar

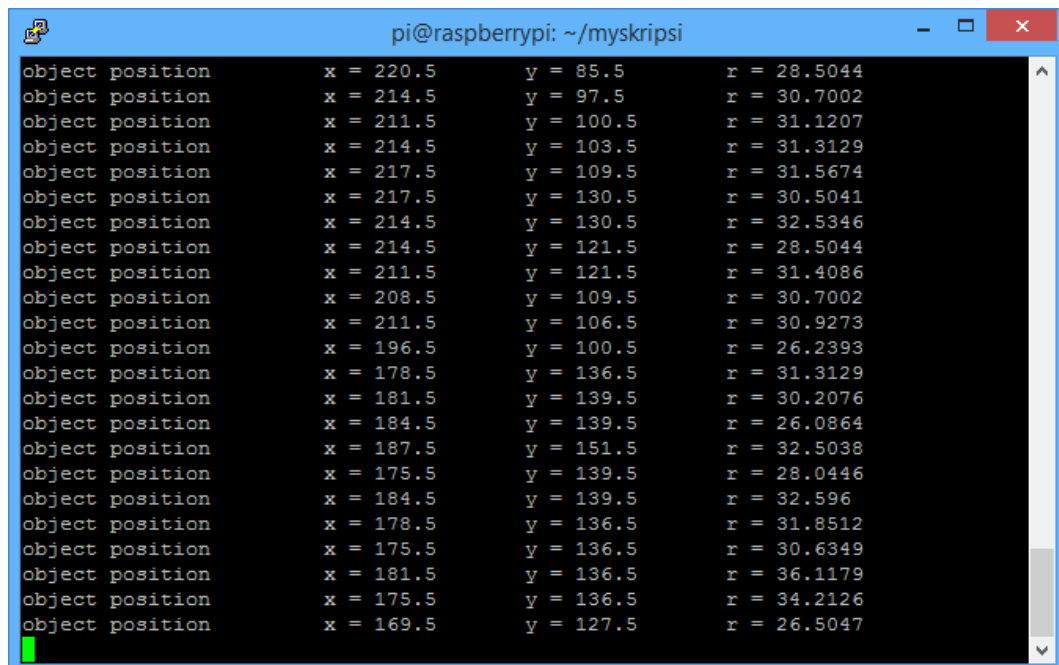
Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah kamera webcam dapat menangkap dan memproses gambar.



Gambar 43. Pengambilan Gambar

5) Pengujian data objek

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah kamera webcam dapat menentukan koordinat x, y, dan radius pada objek.



Gambar 44. Pengujian Data Objek

4. Hasil Penerapan

a. Mempersiapkan Pengajar

Pada tahap mempersiapkan pengajar, pengajar diberikan pengetahuan tentang pengoperasian media pembelajaran robot manipulator dan menunjukan tugas-tugas yang harus diselesaikan peserta didik.

b. Mempersiapkan Peserta Didik

Pada tahap mempersiapkan peserta didik, peserta didik diberikan pengetahuan dasar tentang media pembelajaran robot manipulator dan peserta didik diminta untuk memahami uraian materi pada *labsheet* dan kemudian melaksanakan perintah pada *labsheet* untuk mengetahui unjuk kerja dari robot manipulator.

5. Hasil Evaluasi

Konsep dari tahap evaluasi adalah menilai kualitas dari produk serta proses instruksional. Terdapat 3 tahapan yang dilakukan dalam proses evaluasi, diantaranya:

a. Menentukan kriteria evaluasi

Kriteria evaluasi yang dipilih peneliti adalah evaluasi presepsi. Evaluasi presepsi adalah evaluasi untuk mengetahui apa yang dipikirkan peserta didik tentang media pembelajaran robot manipulator sebagai sumber belajar yang baru.

b. Memilih alat evaluasi

Langkah kedua adalah menentukan alat evaluasi. Alat evaluasi yang dipilih oleh peneliti adalah kuesioner atau angket dengan skala likert empat pilihan. Selain itu juga terdapat tes berupa *pretest* dan *posttest* untuk mengukur pencapaian hasil belajar.

c. Melakukan Evaluasi

Langkah ketiga adalah proses evaluasi dengan memberikan angket kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna (peserta didik). Angket uji pengguna diberikan kepada peserta didik setelah menggunakan media pembelajaran robot manipulator. Selain itu juga akan dilakukan tes sebelum maupun sesudah penggunaan media pembelajaran.

1) Uji Kelayakan Media

Sebelum robot manipulator digunakan sebagai media pembelajaran, perlu dilakukan uji kelayakan terlebih dahulu berupa uji kelayakan media terhadap 2 ahli media yang menilai dari segi performa dan kinerja dari robot manipulator. Berikut adalah tabel penilaian ahli media:

Tabel 12. Data Hasil Penilaian Ahli Media

Responden	Aspek			Jumlah Skor
	Kebermanfaatan	Perangkat Media	Keterkaitan Media	
Ahli Media 1	27	27	13	67
Ahli Media 2	32	27	16	75

2) Uji Kelayakan Materi

Sebelum melakukan pengambilan data, maka instrumen penelitian yang berupa kuisisioner materi pembelajaran, *labsheet*, soal *pretest* dan *posttest* harus dikonsultasikan terlebih dahulu kepada 2 ahli materi agar instrumen yang akan digunakan dalam proses penelitian benar-benar layak digunakan. Berikut adalah tabel penilaian ahli materi.

Tabel 13. Data Hasil Penilaian Ahli Materi

Responden	Aspek		Jumlah Skor
	Kualitas Materi Ajar	Kebermanfaatan	
Ahli Materi 1	56	19	75
Ahli Materi 2	44	14	58

3) Uji Kelayakan Pengguna

Setelah dilakukan pengujian formatif media dan materi oleh ahli media dan materi, maka pengujian selanjutnya dilakukan oleh peserta didik sebagai pengguna media pembelajaran. Pada tahap ini, peserta didik akan mengisi angket setelah proses pembelajaran menggunakan robot manipulator. Berikut adalah tabel penilaian oleh pengguna.

Tabel 14. Data Hasil Uji Pengguna

Responden	Aspek			Jumlah Skor
	Kebermanfaatan	Perangkat Media	Keterkaitan Media	
MHS 1	30	27	16	73
MHS 2	32	32	16	80
MHS 3	26	25	15	66
MHS 4	27	27	15	69
MHS 5	29	25	12	66
MHS 6	29	29	13	71
MHS 7	23	22	10	55
MHS 8	25	23	11	59
MHS 9	30	24	12	66
MHS 10	30	31	15	76
MHS 11	32	31	16	79
MHS 12	23	24	12	59
MHS 13	25	25	12	62
MHS 14	29	27	16	72

Setelah dilakukan pengujian, maka peneliti dapat mengevaluasi produk dengan mempertimbangkan respon dari peserta didik melalui pengisian angket/kuisisioner pengguna. Setelah dilakukan revisi produk berdasarkan respon dari pengguna maka robot manipulator bisa dikatakan sebagai produk akhir.

4) Uji Operasional berupa *pretest* dan *posttest*

Pengujian operasional diujikan kepada kelas Pendidikan Teknik Mekatronika Kelas E 2013 dalam proses pembelajaran praktik robotika. Pengujian ini dilakukan

melalui 2 tahap yaitu *pretest* dan *posttest*. *Pretest* dilakukan sebelum peserta didik menggunakan robot manipulator sebagai media pembelajaran. Sedangkan *posttest* dilakukan setelah peserta didik menggunakan robot manipulator sebagai media pembelajaran. Dengan adanya robot manipulator sebagai media pembelajaran diharapkan terjadi peningkatan pencapaian hasil belajar oleh peserta didik.

Tabel 15. Ujian Operasional Pretest dan Posttest

No	Responden	Hasil Pretest			Hasil Posttest		
		Benar	Salah	Nilai	Benar	Salah	Nilai
1	13518241008	4	16	20	9	11	45
2	13518241012	7	13	35	12	8	60
3	13518241021	4	16	20	6	14	30
4	13518241005	7	13	35	7	13	35
5	13518241017	7	13	35	15	5	75
6	13518241018	14	6	70	16	4	80
7	13518241003	7	13	35	9	11	70
8	13518241010	6	14	30	7	13	75
9	13518241020	3	17	15	12	8	60
10	13518241004	6	14	30	13	7	65
11	13518241001	6	14	30	12	8	60
12	13518241019	3	17	15	12	8	60
13	13518241015	7	13	35	13	7	65
14	13518241009	4	16	20	14	6	70

B. Analisis Data

Data yang digunakan pada tahap analisis data ini terdapat 3 jenis data, yaitu data pengembangan produk oleh ahli materi, oleh ahli media, dan data hasil uji pengguna oleh peserta didik. Pada tahap analisis data terdapat 3 aspek penilaian untuk ahli media, 2 aspek penilaian untuk ahli materi, dan 3 aspek penilaian untuk pengguna akhir yaitu peserta didik.

1. Analisis Data Kelayakan Media Pembelajaran

Tujuan dilakukannya validasi adalah untuk mengetahui tingkat kelayakan dari suatu produk. Pada tahap validasi media melibatkan dua orang ahli. Ahli media yang pertama yaitu Bapak Herlambang Sigit Pramono, M.Cs yang merupakan dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro dan yang kedua yaitu Bapak Mokh. Khairudin, Ph.D yang juga merupakan dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. Pada tahap analisis data kelayakan media pembelajaran melibatkan 3 aspek penilaian yaitu aspek kebermanfaatan, aspek perangkat media pembelajaran, dan aspek keterkaitan media pembelajaran.

a. Aspek Kebermanfaatan

Tingkat kelayakan media pembelajaran pada aspek kebermanfaatan diukur dari 8 butir dengan skor maksimal adalah 32, skor minimal adalah 8, mean ideal adalah 20, dan simpangan baku ideal adalah 4. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan media pembelajaran pada aspek kebermanfaatan.

Tabel 16. Kriteria Kelayakan Media Pada Aspek Kebermanfaatan

Kebermanfaatan	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	32	26	<	x	≤	32	SL
Skor minimum	8	20	<	x	≤	26	L
Mean Ideal	20	14	<	x	≤	20	TL
Simpangan Ideal	4	8	<	x	≤	14	STL

Tabel 17. Tingkat Kelayakan Media Pada Aspek Kebermanfaatan

Responden	No Butir								Jumlah	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Ahli Media 1	3	3	4	3	4	4	3	3	27	SL
Ahli Media 2	4	4	4	4	4	4	4	4	32	SL
Rerata									29,5	SL
Persentase									92,2 %	

Data hasil uji validasi pada aspek kebermanfaatan mendapatkan rerata skor 29,5 dengan persentase 92,2 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

b. Aspek Perangkat Media Pembelajaran

Tingkat kelayakan media pembelajaran pada aspek perangkat media pembelajaran diukur dari 8 butir dengan skor maksimal adalah 32, skor minimal adalah 8, mean ideal adalah 20, dan simpangan baku ideal adalah 4. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan media pembelajaran pada aspek perangkat media pembelajaran.

Tabel 18. Kriteria Kelayakan Media Pada Aspek Perangkat Media Pembelajaran

Perangkat Media	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	32	26	<	x	≤	32	SL
Skor minimum	8	20	<	x	≤	26	L
Mean Ideal	20	14	<	x	≤	20	TL
Simpangan Ideal	4	8	<	x	≤	14	STL

Tabel 19. Tingkat Kelayakan Media Pada Aspek Perangkat Media Pembelajaran

Responden	No Butir								Jumlah	Kategori
	9	10	11	12	13	14	15	16		
Ahli Media 1	3	4	3	4	3	3	4	3	27	SL
Ahli Media 2	3	3	3	3	4	4	3	4	27	SL
Rerata									27	SL
Persentase									84,4 %	

Data hasil uji validasi ahli media pada aspek perangkat media pembelajaran mendapatkan rerata skor 27 dengan persentase 84,4 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

c. Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran

Tingkat kelayakan media pembelajaran pada aspek keterkaitan media pembelajaran diukur dari 4 butir dengan skor maksimal adalah 16, skor minimal adalah 4, mean ideal adalah 10, dan simpangan baku ideal adalah 2. Data tersebut

selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan media pembelajaran pada aspek keterkaitan media pembelajaran.

Tabel 20. Kriteria Kelayakan Media pada Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran

Keterkaitan Media	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	16	13	<	x	≤	16	SL
Skor minimum	4	10	<	x	≤	13	L
Mean Ideal	10	7	<	x	≤	10	TL
Simpangan Ideal	2	4	<	x	≤	7	STL

Tabel 21. Tingkat Kelayakan Media pada Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran

Responden	No Butir				Jumlah	Kategori
	17	18	19	20		
Ahli Media 1	3	4	3	3	13	L
Ahli Media 2	4	4	4	4	16	SL
Rerata					14,5	SL
Persentase					90,6 %	

Data hasil uji validasi ahli media pada aspek keterkaitan media pembelajaran mendapatkan rerata skor 14,5 dengan persentase 90,6 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

d. Aspek Keseluruhan Media Pembelajaran

Tingkat kelayakan media pembelajaran pada keseluruhan aspek media pembelajaran diukur dari 20 butir dengan rincian 8 butir dari aspek kebermanfaatan, 8 butir dari aspek perangkat media pembelajaran, dan 4 butir dari aspek keterkaitan media pembelajaran. Skor maksimal dari keseluruhan aspek adalah 80, skor minimal adalah 20, mean ideal adalah 50, dan simpangan baku ideal adalah 10. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan media pembelajaran secara keseluruhan.

Tabel 22. Kriteria Kelayakan Media Pada Keseluruhan Aspek

Keseluruhan	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	80	65	<	x	≤	80	SL
Skor minimum	20	50	<	x	≤	65	L
Mean Ideal	50	35	<	x	≤	50	TL
Simpangan Ideal	10	20	<	x	≤	35	STL

Tabel 23. Tingkat Kelayakan Media pada Keseluruhan Aspek

Responden	Aspek			Jumlah Skor	Kategori
	Aspek 1	Aspek 2	Aspek 3		
Ahli Media 1	27	27	13	67	SL
Ahli Media 2	32	27	16	75	SL
Rerata				71	SL
Persentase				88,8 %	

Data hasil uji validasi ahli media diperoleh bahwa keseluruhan aspek pada media pembelajaran mendapatkan rerata skor 71 dengan persentase 88,8 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

2. Analisis Data Kelayakan Materi Pembelajaran

Pada tahap validasi kelayakan materi melibatkan dua orang ahli. Ahli materi yang pertama yaitu Bapak Deny Budi Hertanto, M.Kom yang merupakan dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro dan yang kedua yaitu Bapak Andik Asmara, M.Pd yang juga merupakan dosen di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro. Pada tahap analisis data kelayakan materi pembelajaran melibatkan 2 aspek penilaian yaitu aspek kualitas materi ajar, dan aspek kebermanfaatan.

a. Aspek Kualitas Materi Ajar

Tingkat kelayakan materi pembelajaran pada aspek kualitas materi ajar diukur dari 15 butir dengan skor maksimal adalah 60, skor minimal adalah 15, mean ideal adalah 38, dan simpangan baku ideal adalah 7,5. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan materi pembelajaran pada aspek kualitas materi ajar.

Tabel 24. Kriteria Kelayakan Materi pada Aspek Kualitas Materi Ajar

Kualitas Materi	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	60	49	<	x	≤	60	SL
Skor minimum	15	38	<	x	≤	49	L
Mean Ideal	38	26	<	x	≤	38	TL
Simpangan Ideal	7,5	15	<	x	≤	26	STL

Tabel 25. Tingkat Kelayakan Materi pada Aspek Kualitas Materi Ajar

Responden	No Butir															Jumlah	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Ahli Materi 1	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	56	SL
Ahli Materi 2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44	L
Rerata																50	SL
Persentase																83,33 %	

Data hasil uji validasi pada aspek kualitas materi ajar mendapatkan rerata skor 50 dengan persentase 83,33 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

b. Aspek Kebermanfaatan

Tingkat kelayakan materi pembelajaran pada aspek kebermanfaatan diukur dari 5 butir dengan skor maksimal adalah 20, skor minimal adalah 5, mean ideal adalah 12,5, dan simpangan baku ideal adalah 2,5. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan materi pembelajaran pada aspek kebermanfaatan.

Tabel 26. Kriteria Kelayakan Materi pada Aspek Kebermanfaatan

Kebermanfaatan	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	20	16,3	<	x	≤	20	SL
Skor minimum	5	12,5	<	x	≤	16,3	L
Mean Ideal	12,5	8,75	<	x	≤	12,5	TL
Simpangan Ideal	2,5	5	<	x	≤	8,75	STL

Tabel 27. Kriteria Kelayakan Materi pada Aspek Kebermanfaatan

Responden	No Butir					Jumlah	Kategori
	16	17	18	19	20		
Ahli Materi 1	4	4	4	3	4	19	SL
Ahli Materi 2	2	3	3	3	3	14	L
Rerata						16,5	SL
Persentase						82,5 %	

Data hasil uji validasi ahli materi diperoleh bahwa aspek kebermanfaatan pada materi pembelajaran mendapatkan rerata skor 16,5 dengan persentase 82.5 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

c. Aspek Keseluruhan dari Materi Pembelajaran

Tingkat kelayakan materi pembelajaran pada keseluruhan aspek materi pembelajaran diukur dari 20 butir dengan rincian 15 butir dari aspek kualitas materi ajar, dan 5 butir dari aspek kebermanfaatan. Skor maksimal dari keseluruhan aspek adalah 80, skor minimal adalah 20, mean ideal adalah 50, dan simpangan baku ideal adalah 10. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan interval dari kriteria kelayakan untuk menganalisis tingkat kelayakan materi pembelajaran secara keseluruhan.

Tabel 28. Kriteria Kelayakan Materi pada Keseluruhan Aspek Materi Pembelajaran

Keseluruhan	Bobot	Interval					Kategori
Skor maximum	80	65	<	x	≤	80	SL
Skor minimum	20	50	<	x	≤	65	L
Mean Ideal	50	35	<	x	≤	50	TL
Simpangan Ideal	10	20	<	x	≤	35	STL

Tabel 29. Tingkat Kelayakan Media pada Keseluruhan Aspek

Responden	Aspek		Jumlah	Kategori
	Aspek 1	Aspek 2		
Ahli Materi 1	56	19	75	SL
Ahli Materi 2	44	14	58	L
Rerata			66,5	SL
Persentase			83,13 %	

Data hasil uji validasi ahli materi diperoleh bahwa keseluruhan aspek pada materi pembelajaran mendapatkan rerata skor 66,5 dengan persentase 83,13 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

3. Analisis Data Uji Pengguna

Uji pengguna dilakukan oleh peserta didik dengan cara mengisi angket media pembelajaran setelah peserta didik menggunakan media pembelajaran robot manipulator. Angket ini menggunakan skala likert 4 pilihan dengan jumlah item sebanyak 20 yang terdiri dari beberapa aspek seperti aspek kebermanfaatan, aspek perangkat media, aspek keterkaitan media.

Tabel 30. Tingkat kelayakan Media Pembelajaran oleh Pengguna

Responden	Aspek			Jumlah Skor	Kategori
	Kebermanfaatan	Perangkat Media	Keterkaitan Media		
MHS 1	30	27	16	73	SL
MHS 2	32	32	16	80	SL
MHS 3	26	25	15	66	SL
MHS 4	27	27	15	69	SL
MHS 5	29	25	12	66	SL
MHS 6	29	29	13	71	SL
MHS 7	23	22	10	55	L
MHS 8	25	23	11	59	L
MHS 9	30	24	12	66	SL
MHS 10	30	31	15	76	SL
MHS 11	32	31	16	79	SL
MHS 12	23	24	12	59	L
MHS 13	25	25	12	62	L
MHS 14	29	27	16	72	SL
Rerata				68	SL
Persentase				85 %	

Data hasil uji pengguna yang dilakukan terhadap 14 peserta didik Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika E 2013 diperoleh bahwa keseluruhan aspek pada media pembelajaran mendapatkan rerata skor 68 dengan persentase 85 % dan termasuk dalam kategori sangat layak.

4. Analisis Data Pencapaian Hasil Belajar

Teknik analisis yang digunakan menggunakan teknik statistik deskriptif seperti yang dilakukan pada teknik analisis data kelayakan. Data yang didapat dari

hasil *pretest* dan *posttest* disesuaikan peraturan akademik perguruan tinggi tempat penelitian (Universitas Negeri Yogyakarta) seperti yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 31. Kategori Nilai Pretest dan Posttest

Kategori	Interval Nilai
A	86 – 100
A-	81 – 85
B+	76 – 80
B	71 – 75
B-	66 – 70
C+	61 – 65
C	56 – 60
D	41 – 55
E	0 – 40

Peserta didik dinyatakan lulus, jika mendapatkan nilai lebih dari 55. Dengan kata lain siswa yang berada pada kategori nilai D dan E dinyatakan tidak lulus.

Tabel 32. Analisis Hasil Pretest dan Posttest

Responden	Hasil Pretest			Hasil Posttest		
	Benar	Nilai	Keterangan	Benar	Nilai	Keterangan
MHS 1	4	20	TL	9	45	TL
MHS 2	7	35	TL	12	60	L
MHS 3	4	20	TL	6	30	TL
MHS 4	7	35	TL	7	35	TL
MHS 5	7	35	TL	15	75	L
MHS 6	14	70	L	16	80	L
MHS 7	7	35	TL	9	70	L
MHS 8	6	30	TL	7	75	L
MHS 9	3	15	TL	12	60	L
MHS 10	6	30	TL	13	65	L
MHS 11	6	30	TL	12	60	L
MHS 12	3	15	TL	12	60	L
MHS 13	7	35	TL	13	65	L
MHS 14	4	20	TL	14	70	L
Rerata	6,071	30,35	TL	11,21	60,71	L
Peningkatan	30,35					

5. Analisis Reliabilitas Instrumen

Instrumen yang diuji reliabilitasnya adalah instrumen uji pengguna yang digunakan untuk mengukur tingkat kelayakan media pembelajaran robot manipulator oleh peserta didik. Pengujian reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan rumus *alpha cronbach*. Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil sebesar 0,928, sehingga termasuk dalam kategori "SANGAT RELIABEL".

Tabel 33. Uji Reliabilitas Pengguna

Parameter	Nilai
Jumlah item (n)	20
Jumlah varians butir ($\sum \sigma_i^2$)	6.413265
Varians total (σ_t^2)	54.20918
Reliabilitas (r)	0.928099

C. Kajian Produk

Produk akhir dari pengembangan ini adalah robot manipulator berbasis komunikasi *Wi-Fi*. Produk ini terdiri atas perangkat keras berupa robot manipulator dan perangkat lunak berupa program aplikasi robot manipulator. Perancangan desain mekanik robot manipulator menggunakan bantuan aplikasi Solidwork yang memudahkan dalam membuat tampilan robot secara 3 dimensi maupun 2 dimensi. Bagian *chassis* robot menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 3 mm sehingga proses pembuatannya dibantu oleh mesin *cutting laser* dengan desain dua dimensi yang telah dirancang menggunakan aplikasi Solidwork.

Robot manipulator ini menggunakan kontroler utama (*master*) berupa mini komputer Raspberry Pi yang digunakan untuk mengolah komunikasi *Wi-Fi* serta pengolahan citra digital. Jenis protokol komunikasi *Wi-Fi* robot manipulator yang digunakan berupa TCP/IP. Sedangkan pengolahan citra pada robot manipulator menggunakan *library OpenCV* dengan beberapa tahap pengolahan citra digital

yang meliputi (1) *Color Filtering*, (2) *Thresholding*, (3) *Gaussian Blur*, (4) *Dilation*, (5) *Erosion*, dan (6) *Circle Hough Transform*. Sedangkan sub kontroler (*slave*) yang digunakan adalah kontroler CM-530 yang bertugas untuk mengolah data servo dynamixel AX-12.

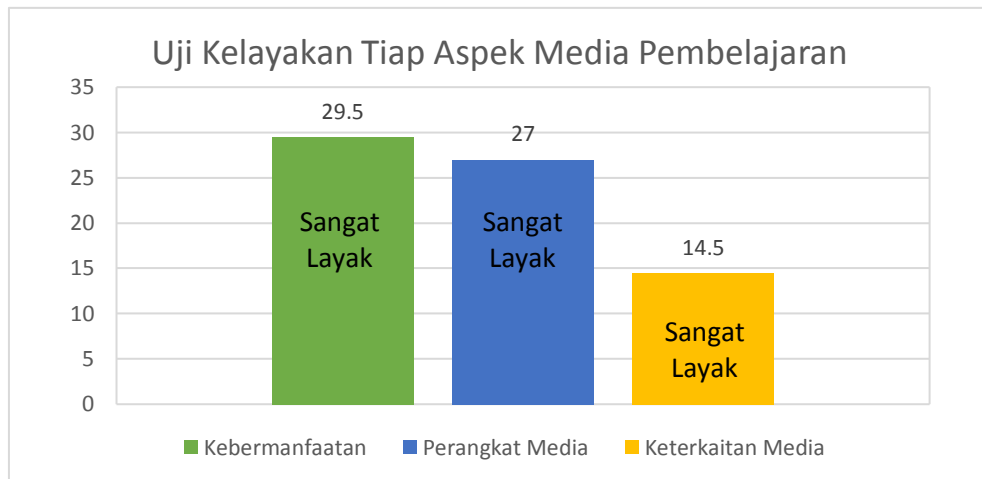
D. Pembahasan Hasil Penelitian

Tingkat kelayakan dari robot manipulator diukur dengan instrumen angket media pembelajaran dan materi pembelajaran yang diujikan kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna (peserta didik). Instrumen angket media pembelajaran mencakup 3 aspek, yaitu aspek kebermanfaatan, aspek perangkat media pembelajaran, dan aspek keterkaitan media pembelajaran. Sedangkan instrumen angket materi pembelajaran mencakup 2 aspek yaitu aspek kualitas materi ajar dan aspek kebermanfaatan materi. Sedangkan uji pengguna dilakukan oleh peserta didik Prodi Pendidikan Teknik Mekatronika dengan jumlah responden sebanyak 14 orang. Berikut adalah hasil pembahasan uji validasi ahli media.

Tabel 34. Hasil Uji Ahli Media

No	Aspek	Skor	Kategori
1	Kebermanfaatan	29,5	Sangat Layak
2	Perangkat Media	27	Sangat Layak
3	Keterkaitan Media	14,5	Sangat Layak
Total skor rata – rata		71	Sangat Layak

Hasil analisis data instrumen angket media pembelajaran pada aspek kebermanfaatan mempunyai rata-rata skor 29,5 dari skor maksimal 32 sehingga dinyatakan sangat layak, aspek perangkat media pembelajaran dengan rata-rata skor 27 dari skor maksimal 32 sehingga dinyatakan sangat layak, aspek keterkaitan media pembelajaran dengan rata-rata skor 14,5 dari skor maksimal 16 sehingga dinyatakan sangat layak.



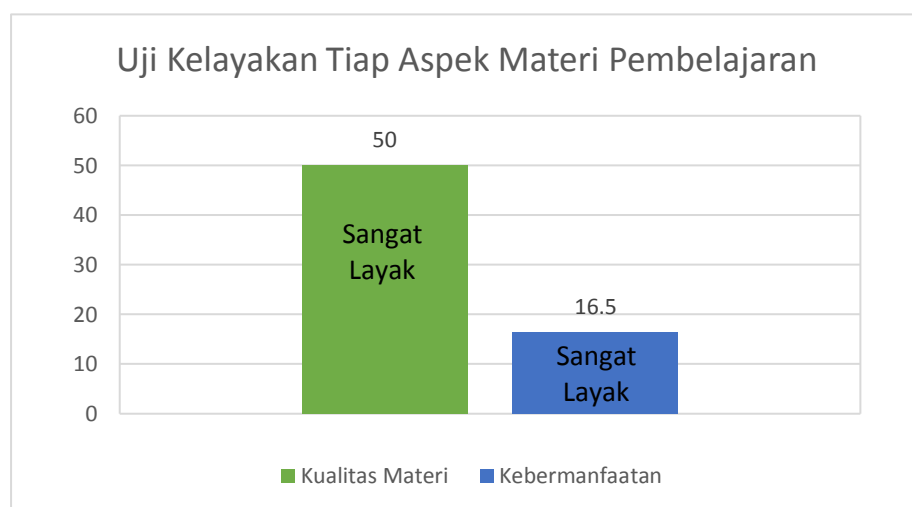
Gambar 45. Uji Kelayakan Aspek Media Pembelajaran

Sedangkan hasil uji validasi ahli materi disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 35. Hasil Uji Ahli Materi

No	Aspek	Skor	Kategori
1	Kualitas Materi Ajar	50	Sangat Layak
2	Kebermanfaatan	16,5	Sangat Layak
Total skor rata – rata		66,5	Sangat Layak

Hasil analisis data instrumen angket materi pembelajaran pada aspek kualitas materi ajar mendapatkan rata-rata skor 50 dari skor maksimal 60 sehingga dinyatakan sangat layak, aspek kebermanfaatan materi pembelajaran dengan rata-rata skor 16,5 dari skor maksimal 20 sehingga dinyatakan sangat layak.



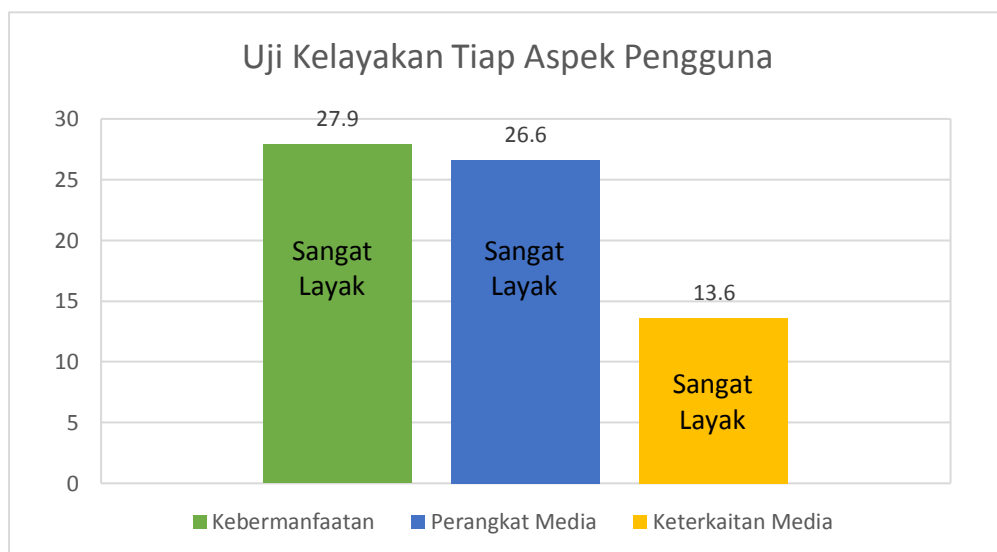
Gambar 46. Uji Kelayakan Aspek Materi Pembelajaran

Sedangkan hasil analisis data instrumen angket uji pengguna (peserta didik) disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 36. Hasil Uji Pengguna Akhir

No	Aspek	Skor	Kategori
1	Kebermanfaatan	27,9	Sangat Layak
2	Perangkat Media	26,6	Sangat Layak
3	Keterkaitan Media	13,6	Sangat Layak
Total skor rata – rata		68,1	Sangat Layak

Hasil analisis data instrumen angket uji pengguna pada aspek kemanfaatan media mempunyai rata-rata skor 27,9 dari skor maksimal 32 sehingga dinyatakan sangat layak, aspek perangkat media pembelajaran dengan rata-rata skor 26,6 dari skor maksimal 32 sehingga dinyatakan sangat layak, aspek keterkaitan media pembelajaran dengan rata-rata skor 13,6 dari skor maksimal 16 sehingga dinyatakan sangat layak.



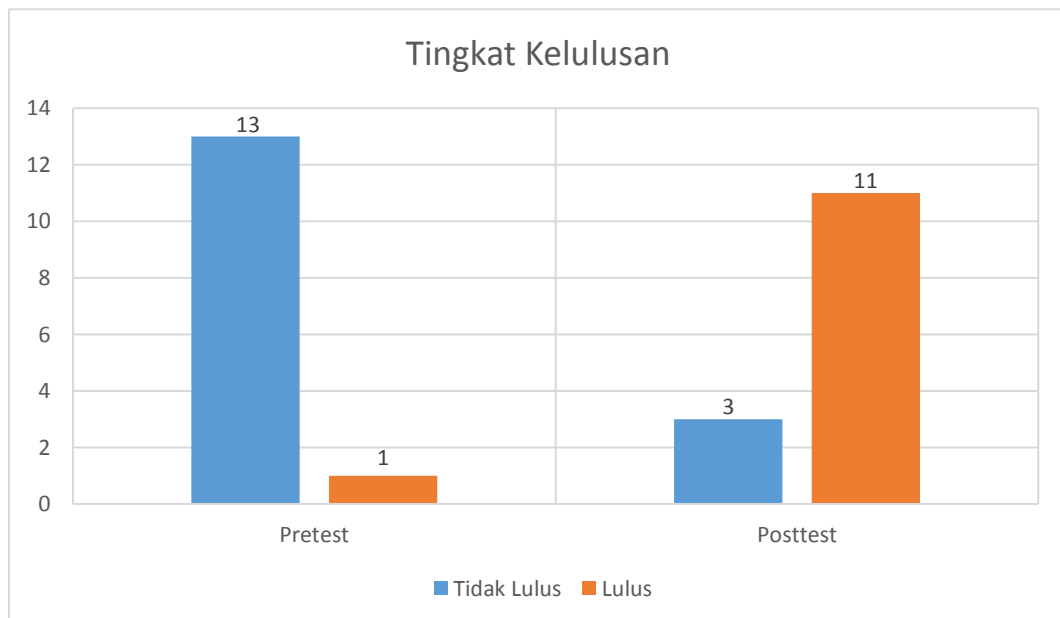
Gambar 47. Uji Kelayakan Aspek Pengguna

Sedangkan hasil analisis data pencapaian hasil belajar peserta didik disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 37. Pencapaian Hasil Belajar Peserta Didik

No	Kategori	Pretest	Posttest
1	Lulus	1	11
2	Tidak Lulus	13	3
Nilai rata-rata		30,35	60,71
Persentase Kelulusan		7,6%	84,6%

Hasil analisis data pencapaian hasil belajar pretest mencapai nilai rata-rata 30,35 sedangkan posttest mencapai nilai rata-rata 60,71 sehingga mencapai kenaikan rata-rata nilai sebesar 30,35.



Gambar 48. Tingkat Kelulusan

Penelitian ini memiliki relevansi dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Mohamad Roisul Fata, Roni Setiawan, dan Dikka Pragola seperti yang telah disebutkan dalam BAB 2 yaitu pada bagian kajian penelitian yang relevan. Penelitian ini sama-sama membahas tentang pengembangan produk untuk mendukung proses kegiatan belajar mengajar di lingkungan sekolah.

Penelitian yang dilakukan Mohamad Roisul Fata (2014) dari Universitas Negeri Yogyakarta dengan penelitian yang berjudul Pengembangan Perangkat Lunak Aplikasi Koreksi Lembar Jawab Berbasis Pengolahan Citra. Unjuk kerja aplikasi ini mampu mengoreksi lembar jawab komputer sebanyak 4 paket menggunakan lembar jawab yang dibuat lubang adalah 21 menit 37,382 detik, menggunakan kertas transparan yang diberi tanda adalah 19 menit 13,939 detik, dan menggunakan aplikasi adalah 16 menit 9,237 detik. Unjuk kerja untuk menganalisis butir soal sebanyak 4 paket berbantu program pengolahan angka dengan memasukan secara manual adalah 45 menit 18,225 detik, dan menggunakan aplikasi adalah 1 menit 0,939 detik. Sehingga total waktu untuk membuat kunci jawaban sebanyak 4 paket menggunakan lembar jawab yang dibuat lubang adalah 1 jam 50 menit 2,177 detik, menggunakan kertas transparan yang diberi tanda adalah 1 jam 20 menit 43,271 detik, dan menggunakan aplikasi adalah 28 menit 31,748 detik. Sedangkan hasil yang didapat dari penelitian ini diketahui bahwa kelayakan aplikasi ditinjau dari empat aspek yaitu (1) Aspek *correctness* mendapatkan jumlah rerata skor 6,9 dengan kategori sangat baik; (2) Aspek *integrity* mendapatkan jumlah rerata skor 2,0 dengan kategori sangat baik; (3) Aspek *reliability* mendapatkan jumlah rerata skor 27,0 dengan kategori sangat baik; (4) Aspek *usability* mendapatkan jumlah rerata skor 52,8 dengan kategori sangat baik. Total penilaian semua aspek mendapatkan jumlah skor rerata 88,7 dengan kategori sangat baik sehingga perangkat lunak ini dinyatakan layak digunakan sebagai perangkat koreksi lembar jawab.

Penelitian yang dilakukan oleh Roni Setiawan (2012) dari Universitas Negeri Yogyakarta dengan penelitian yang berjudul Pengembangan Robot Pendeteksi

Objek Berdasarkan Warna Dengan Sensor Kamera Sebagai Media Pembelajaran. Unjuk kerja dari robot bioloid ini menunjukkan bahwa robot mampu mengikuti pergerakan bola pada posisi sudut $x = -90^\circ - 90^\circ$, sudut $y = -90^\circ - 90^\circ$ artinya robot mampu mendeteksi keberadaan objek yang berada di depannya. Hasil yang didapat dari penelitian ini diketahui bahwa koefisien reliabilitas instrumen media pembelajaran = 0,938 dengan kategori sangat reliabel dan reliabilitas instrumen materi pembelajaran = 0,92 dengan kategori sangat reliabel. Sedangkan dari instrumen tes didapatkan reliabilitas instrumen *pretest* = 0,856 dengan kategori sangat reliabel dan reliabilitas instrumen *posttest* = 0,953 dengan kategori sangat reliabel. Hasil penelitian dari aspek kemanfaatan didapatkan 40 % responden menyatakan media tersebut sangat layak, 60 % menyatakan layak. Dari hasil pengujian di atas menyatakan bahwa media pembelajaran ini layak digunakan untuk menunjang proses pembelajaran robotika.

Penelitian yang dilakukan oleh Dikka Pragola (2015) dari Universitas Negeri Yogyakarta dengan penelitian yang berjudul Pengembangan *Trainer* pembelajaran sistem kendali posisi pada motor DC seri VEXTA. Unjuk kerja dari kendali posisi motor menggunakan potensiometer memiliki nilai error sebesar 1,05 % sedangkan kendali posisi motor menggunakan *rotary encoder* dapat menurunkan nilai error sebesar 0,58 %. Hasil yang didapat dari penelitian ini diketahui bahwa koefisien reliabilitas instrumen media pembelajaran = 0,931 dengan kategori sangat reliabel dan reliabilitas instrumen materi pembelajaran = 0,947 dengan kategori sangat reliabel. Sedangkan berdasarkan aspek kemanfaatan media dinyatakan sangat layak dengan distribusi frekuensi sebesar 62,5 %, aspek rekayasa perangkat lunak dan perangkat keras media dinyatakan sangat layak dengan distribusi frekuensi

sebesar 50 %, dan aspek komunikasi visual media dinyatakan layak dengan distribusi frekuensi 50 %. Pengujian menurut aspek relevansi materi, media dinyatakan layak dengan distribusi frekuensi 50 % dan aspek teknis media pembelajaran media dinyatakan layak dengan distribusi frekuensi 50 %. Penggunaan *Trainer* Sistem Kendali Posisi Motor DC mampu meningkatkan prosentase kelulusan peserta didik dari 12,5 % menjadi 68,75 %.

Berdasarkan uraian di atas menyatakan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan oleh Mohamad Roisul Fata, Roni Setiawan, Dikka Pragola serta pengembangan yang dilakukan oleh peneliti sendiri merupakan sarana yang layak digunakan dalam proses kegiatan belajar mengajar di lingkungan sekolah. Selain karena telah dinyatakan layak oleh validator, media pembelajaran ini juga mampu meningkatkan daya tarik dan pemahaman peserta didik terhadap materi yang disampaikan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dari pengembangan media pembelajaran menggunakan robot manipulator, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengembangan sistem komunikasi robot manipulator menggunakan protokol TCP/IP *client-server*. Sedangkan pengembangan pengolahan citra digital menggunakan metode *thresholding*, *gaussian blur*, *dilation*, *erosion*, dan *hough circle transform*.
2. Unjuk kerja dari robot manipulator dapat melakukan *pairing* dan komunikasi antara program *client* dengan program *server* dengan persentase keberhasilan 100%. Robot manipulator dapat menentukan arah objek melalui kamera webcam dengan mengukur posisi koordinat x, y, dan radius objek berdasarkan pemetaan matriks gambar 8 x 6. Robot manipulator dapat mendeteksi objek dengan jarak maksimum 1 meter.
3. Kelayakan robot manipulator meliputi : kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian oleh ahli media mendapatkan persentase 88,8% dari persentase maksimum 100% sehingga masuk dalam kategori "sangat layak", kelayakan materi pembelajaran berdasarkan penilaian oleh ahli materi mendapatkan persentase 83,13% dari persentase maksimum 100% sehingga masuk dalam kategori "sangat layak", dan kelayakan pengguna berdasarkan penilaian uji pengguna (peserta didik) mendapatkan

persentase 85 % dari persentase maksimum 100% sehingga masuk dalam kategori "sangat layak".

4. Hasil rerata skor *pretest* mencapai 30,35, sedangkan hasil rerata skor *posttest* mencapai 60,71 yang berarti terdapat kenaikan sebesar 30,35 setelah peserta didik menggunakan media pembelajaran berupa robot manipulator.

B. Keterbatasan Produk

Penelitian pengembangan robot manipulator sebagai media pembelajaran memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan tersebut antara lain :

1. Pengoperasian media pembelajaran yang masih rumit bagi pengguna yang masih awam karena menggunakan sistem operasi linux.
2. Penggunaan roda empat pada robot manipulator sulit untuk membelokkan arah robot.

C. Pengembangan Produk Lebih Lanjut

Produk dapat disempurnakan dalam pengembangan lebih lanjut. Penyempurnaan produk dapat dilakukan dengan masukan sebagai berikut :

1. Penggantian roda robot menggunakan omni agar lebih mudah dan memiliki respon cepat dalam bermanuver sehingga tidak kesulitan dalam membelokkan arah robot.
2. Penggunaan *rotary encoder* untuk memudahkan robot dalam melakukan pemetaan kecepatan, jarak dan posisi.
3. Penambahan servo *tilt* agar robot manipulator dapat melakukan *scanning* objek ke segala arah.

D. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka peneliti dapat memberikan saran untuk penelitian yang berkaitan dengan pengembangan *mobile robot manipulator* berbasis komunikasi *Wi-Fi* sebagai berikut :

1. Media pembelajaran ini dapat diterapkan pada perkuliahan praktik robotika karena terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar serta mampu meningkatkan kompetensi peserta didik.
2. Media pembelajaran ini disusun dari berbagai disiplin ilmu seperti pemrograman komputer, praktik komunikasi data, praktik jaringan komputer, praktik mikrokontroler, dan praktik antar muka, sehingga media pembelajaran ini juga dapat diterapkan pada mata kuliah tersebut.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi beberapa judul penelitian yang lebih spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Angeles, George. (2007). *Fundamentals of Robotic Mechanical Systems: Theory, Methods, and Algorithms 3^d Edition*. Canada: McGill University.
- Arikunto, Suharsimi. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi 2*. Jakarta: PT.Bumi Aksara.
- Asyhar, Rayandra. (2012). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta: Referensi Jakarta.
- Basri, Hasan. (2015). *Paradigma Baru Sistem Pembelajaran*. Bandung: Pustaka Setia.
- Branch, Robert M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Budi, Triton P. (2006). *SPSS 13.0 Terapan; Riset Statistik Parametrik*. Yogyakarta: Andy Offset.
- Dikka Pragola. (2015). *Pengembangan Trainer Kendali Posisi Motor DC Sebagai Media Pembelajaran Robotika*. Skripsi. Yogyakarta: FT UNY.
- Gall, Meredith D., Gall, J.P. & Borg, W.R. (2003). *Educational Reseach An Introduction 7th Edition*. Boston: Pearson Education.
- Gay, L.R., Mills, G.E. & Airasian, P.W. (2011). *Educational Research 9th Edition*. UAS: Pearson Education, Inc.
- Gonzales, R. C., dkk. (2002). *Digital Image Processing Using Matlab*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ
- Hendy Djaya Siswaja. (2008). *Prinsip Kerja dan Klasifikasi Robot*. Jurnal. Bandung. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer.
- Kirk, Roger E. (1995). *Experimental Design*. United State of America: Vicky Knight.
- Maffeis, Silvano.(1997). *Client/Server Term Definition*. Encyclopedia of Computer Science. Hlm.1.
- Munir, Rinaldi. (2004). *Pengolahan Citra Digital*. Bandung: Informatika.
- Mohamad Roisul Fata. (2014). *Pengembangan Perangkat Lunak Aplikasi Koreksi Lembar Jawab Berbasis Pengolahan Citra Di SMK Nu Hasyim Asy'ari Tarub Dan SMKN 1 Adiwerna*. Skripsi. Yogyakarta: FT UNY.

- Nixon, Mark & Aguado, Alberto. (2002). *Feature Extraction and Image Processing*. Great Britain: Newnes.
- Prosser, C. A. & Quigley, T. H. (1949). *Vocational Education in a Democracy*. American Technical Society, Chicago, Illinois.
- Putra, Darma. (2010). *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- ROBOTIS. (2010). *ROBOTIS e-Manual v1.21.00 CM-530*. Diakses dari http://support.robotis.com/en/techsupport_eng.htm#product/auxdevice/controller/cm530.htm. Pada Tanggal 22 Januari 2016 pukul 13.30.
- ROBOTIS. (2010). *ROBOTIS e-Manual v1.21.00 AX-12/AX-12+/AX12A*. Diakses dari http://support.robotis.com/en/product/dynamixel/ax_series/dxl_ax_actuator.htm Pada Tanggal 22 Januari 2016 pukul 13.40.
- Roni Setiawan. (2012). *Pengembangan Robot Pendeteksi Objek Berdasarkan Warna Dengan Sensor Kamera Sebagai Media Pembelajaran*. Skripsi. Yogyakarta: FT UNY.
- Rudi Susilana dan Cepi Riyana (2009). *Media Pembelajaran: Hakikat, pengembangan, pemanfaatan dan penilaian*. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Sanaky, Hujair AH. (2013). *Media pembelajaran interaktif-inovatif*. Yogyakarta: Kaukaba Dipantara.
- Shapiro, L. G. & Stockman, G. C. (2001). *Computer Vision*. Prentice Hall.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sundayana, Rostina. (2015). *Media Pembelajaran Matematika*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Supriyanto. (2013). *Jaringan Dasar 1*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Susilana, Rudi & Riyana, Cecepi. (2009). *Media Pembelajaran*. Bandung: CV. Wacana Prima.
- Undang-Undang Sistem Pendidikan Nasional No. 20 Tahun 2003.pdf Diunduh pada tanggal 1 Maret 2016, pukul 08.00 WIB.
- <https://www.raspberrypi.org/> Diakses pada tanggal 22 Maret 2016, pukul 20.15 WIB.
- <http://www.logitech.com/en-roeu/product/hd-webcam-c525> Diakses pada tanggal 23 Maret 2016, pukul 09.00 WIB.

<http://www.tp-link.com/en/products/details/TL-WN823N.html> Diakses pada tanggal 23 Maret 2016, pukul 10.00 WIB.

<http://www.tp-link.co.id/products/details/TL-WA701ND.html> Diakses pada tanggal 23 Maret 2016, pukul 10.30 WIB.

<https://www.raspbian.org/> Diakses pada tanggal 23 Maret 2016, pukul 20.25 WIB.

http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/imgproc/imgtrans/hough_circle/hough_ircle.html Diakses pada tanggal 15 Maret 2016, pukul 21.20 WIB.

<https://www.visualstudio.com/> Diakses pada tanggal 24 Maret 2016, pukul 08.00 WIB.

<https://www.python.org/> Diakses pada tanggal 24 Maret 2016, pukul 08.30 WIB.

http://elinux.org/RPi_USB_Wi-Fi_Adapters Diakses pada tanggal 25 Maret 2016, pukul 08.30 WIB.

<http://www.atmel.com/Images/doc2396.pdf> Diunduh pada tanggal 16 April 2016, pukul 08.00 WIB.

<https://www.citelighter.com> Diakses pada tanggal 16 April 2016, pukul 08.30 WIB.

<http://ngajar.rakayusuf.com> Diakses pada tanggal 16 April 2016, pukul 08.50 WIB.

<http://www.clickscanshare.com/journal/technical-terms-hexagonal-cone> Diakses pada tanggal 16 April 2016, pukul 13.20 WIB.

LAMPIRAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Mengetahui cara konfigurasi *Remote Desktop*
2. Mengetahui implementasi dari fasilitas *Remote Desktop*

B. DASAR TEORI

Raspberry Pi sering juga disingkat dengan nama Raspi, adalah mini komputer yang memiliki ukuran sebesar kartu kredit. Raspberry Pi memiliki prosesor, RAM dan beberapa port yang ditemukan pada banyak komputer seperti Port USB, port Ethernet, port Audio, dan Port HDMI. Raspberry Pi juga dapat disambungkan dengan sebuah monitor melalui port HDMI untuk versi Raspberry Pi jenis baru dan port analog TV (RCA) untuk versi lama.

Penggunaan monitor pada Raspberry Pi bersifat opsional karena setiap pengguna raspi belum tentu mempunyai monitor dan juga karena monitor tidak bisa dibawa kemana mana secara fleksibel. Akan tetapi, untuk mengatasi masalah tersebut, pengguna bisa menggunakan SSH. Secara *default*, SSH pada Raspberry Pi dalam posisi *enable*. Sehingga, pengguna dapat mengakses Raspberry Pi tanpa harus tersambung dengan monitor. SSH bisa digunakan apabila Raspberry Pi terhubung dalam sebuah jaringan. Penggunaan SSH dengan *PuTTY.exe* hanya berbasis *command prompt* sehingga, pengguna untuk pertama kali akan merasa kesulitan. Oleh karena itu, untuk memudahkan pengguna dalam mengakses Raspberry Pi bisa juga menggunakan fasilitas *Remote Desktop* seperti *Tight VNC*, *Remote Desktop Connection* yang dapat menampilkan sistem operasi Raspberry Pi secara grafis.

Penggunaan fasilitas *Remote Desktop* juga biasa diimplementasikan di banyak perusahaan besar untuk mengakses komputer server yang letaknya jauh dari tempat/ruangan kerja sehingga dalam mengakses komputer tersebut, kita tidak perlu langsung bersentuhan secara fisik. Hal tersebut tentu lebih efektif karena dapat menghemat waktu dan tenaga. Berikut adalah gambar konfigurasi WLAN antara laptop/PC dengan Raspberry Pi (Kontroler Robot).



C. METODE PEMBELAJARAN

1. Ceramah
2. Demonstrasi

D. ALAT DAN BAHAN

1. Wireless Access Point TP-Link WA701ND
2. Adaptor 5V 2A
3. SD Card yang telah terisi OS
4. Raspberry Pi
5. USB Wi-Fi Adapter
6. Laptop / PC

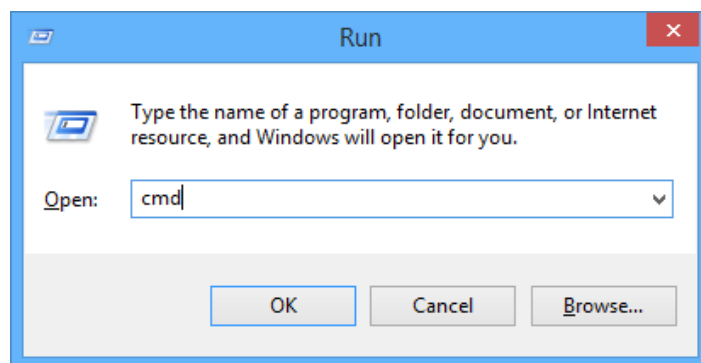
E. KESELAMATAN KERJA

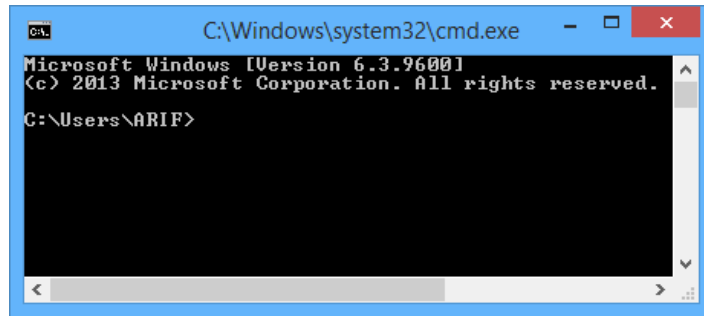
1. Jauhkan peralatan yang tidak dibutuhkan dari meja kerja
2. Ikuti prosedur sesuai dengan langkah kerja
3. Penggunaan laptop/PC dengan langkah-langkah yang benar, baik pada saat menghidupkan ataupun mematikan

F. LANGKAH KERJA

1. Akses SSH via *PuTTY.exe*

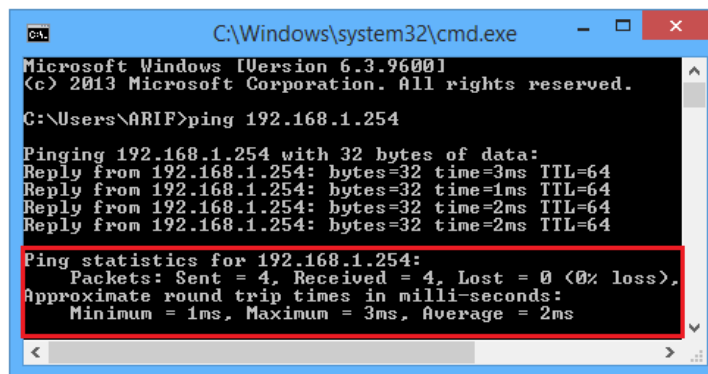
- a. Hidupkan *Raspberry Pi*, Laptop/PC pengguna, dan *Wireless Access Point* (WAP).
- b. Masuk ke menu **Run** (tombol windows + R), kemudian ketik **cmd** maka akan tampil jendela *command prompt*.





```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. All rights reserved.
C:\Users\ARIF>
```

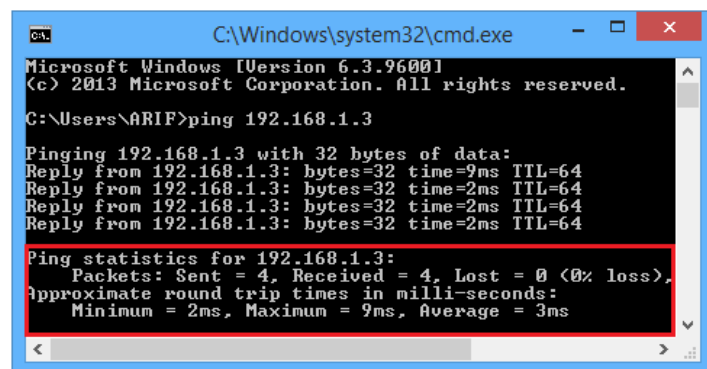
- c. Periksa apakah antara Raspberry Pi, Laptop/PC, dan WAP telah saling terkoneksi yaitu dengan cara mengetikan perintah pada *command prompt* berupa **ping 192.168.1.254** untuk koneksi WAP dan **ping 192.168.1.3** untuk koneksi Raspberry Pi.



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. All rights reserved.
C:\Users\ARIF>ping 192.168.1.254

Pinging 192.168.1.254 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=3ms TTL=64
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=1ms TTL=64
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.254: bytes=32 time=2ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.1.254:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 3ms, Average = 2ms
```

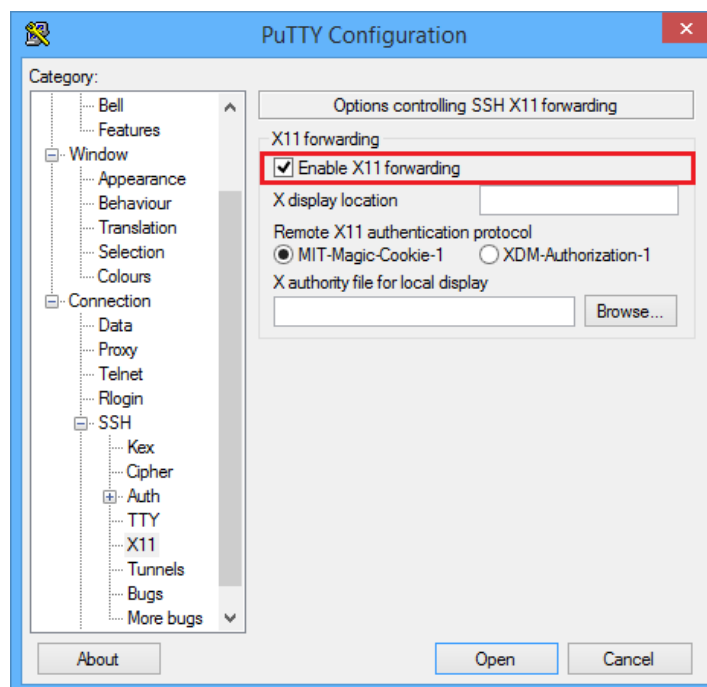
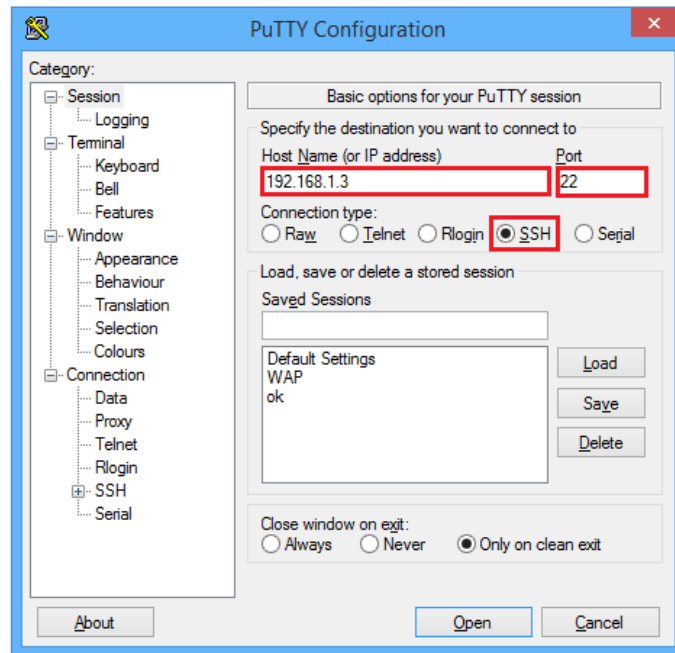


```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 6.3.9600]
(c) 2013 Microsoft Corporation. All rights reserved.
C:\Users\ARIF>ping 192.168.1.3

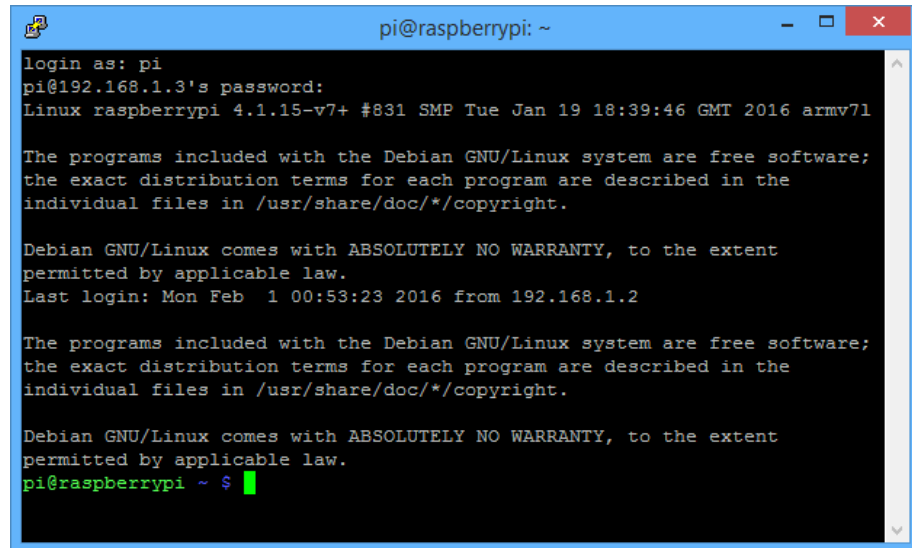
Pinging 192.168.1.3 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=9ms TTL=64
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=2ms TTL=64
Reply from 192.168.1.3: bytes=32 time=2ms TTL=64

Ping statistics for 192.168.1.3:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 2ms, Maximum = 9ms, Average = 3ms
```

- d. Buka aplikasi **PuTTY.exe** dan masukan konfigurasi seperti pada gambar di bawah ini (**Host Name:** IP Address Raspberry Pi, **Connection type:** SSH, **Port:** 22, dan **x11 forwarding:** enable) kemudian klik tombol **Open**.



- e. Kemudian login ke dalam sistem operasi Raspberry Pi (***user name: pi, password: raspberry***).
- f. Setelah mengisi login dengan benar maka, pengguna dapat mengetikkan beberapa perintah untuk mengakses Raspberry Pi.



```
login as: pi
pi@192.168.1.3's password:
Linux raspberrypi 4.1.15-v7+ #831 SMP Tue Jan 19 18:39:46 GMT 2016 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

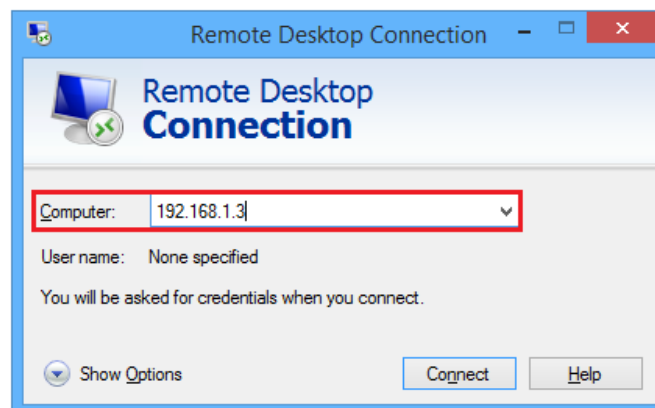
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Feb 1 00:53:23 2016 from 192.168.1.2

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

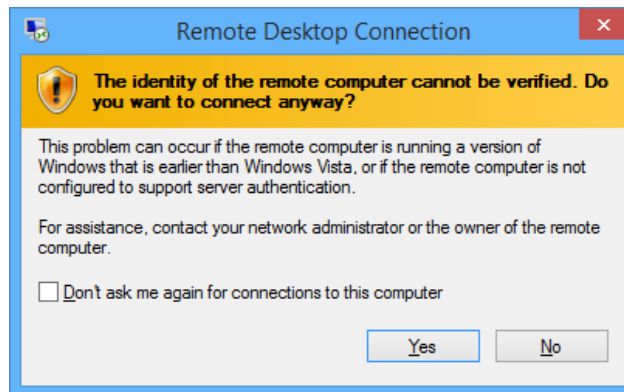
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
pi@raspberrypi ~ $
```

2. Akses Via *Remote Desktop Connection*

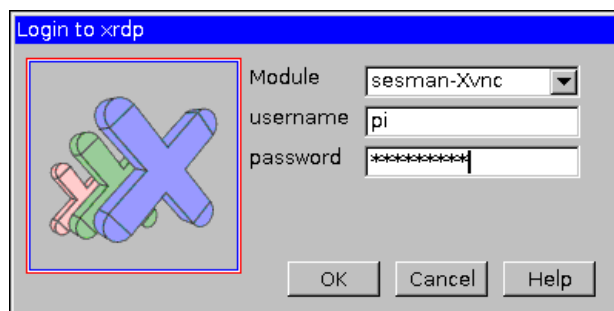
- Ikuti langkah-langkah a sampai c seperti pada Akses via SSH.
- Buka Aplikasi *Remote Desktop Connection* pada laptop/PC pengguna. Isilah IP Address Raspberry Pi seperti gambar di bawah, kemudian klik tombol **Connect**.



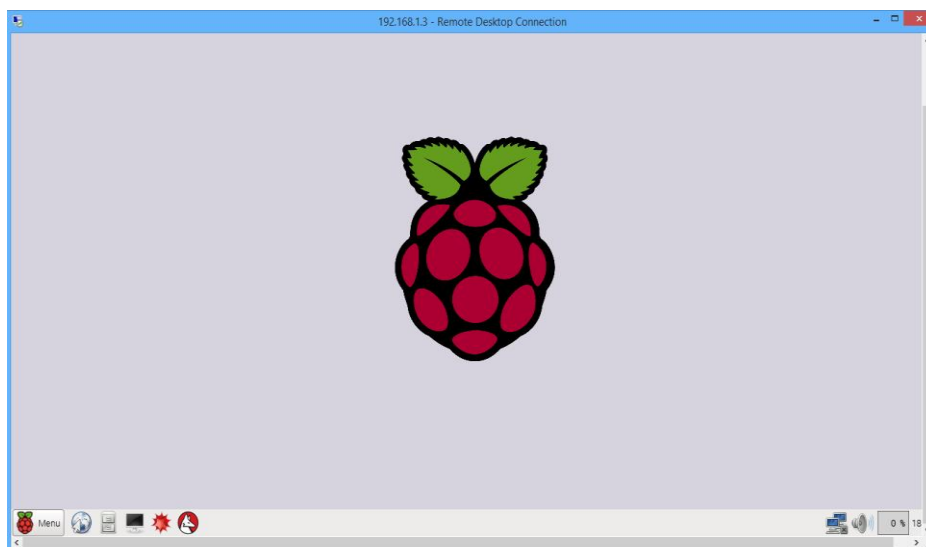
- Akan muncul kotak dialog seperti pada gambar, kemudian klik tombol **Yes**.



- d. Ketikan *username : pi* dan *password : raspberry*, kemudian klik **OK**.



- e. Maka Akan muncul tampilan grafis / desktop dari sistem operasi Raspberry Pi

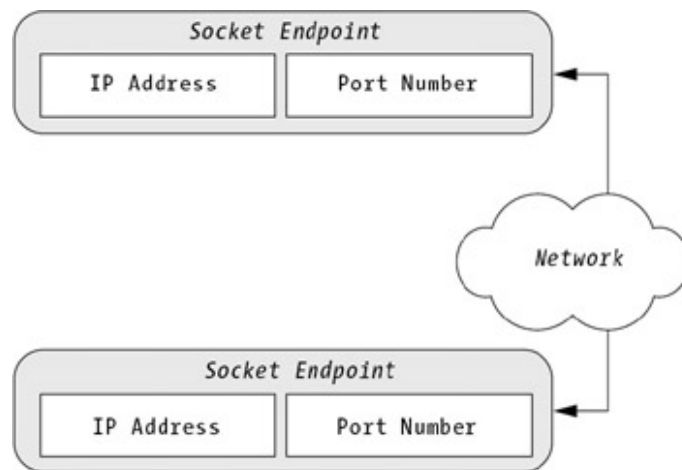


A. TUJUAN PEMBELAJARAN

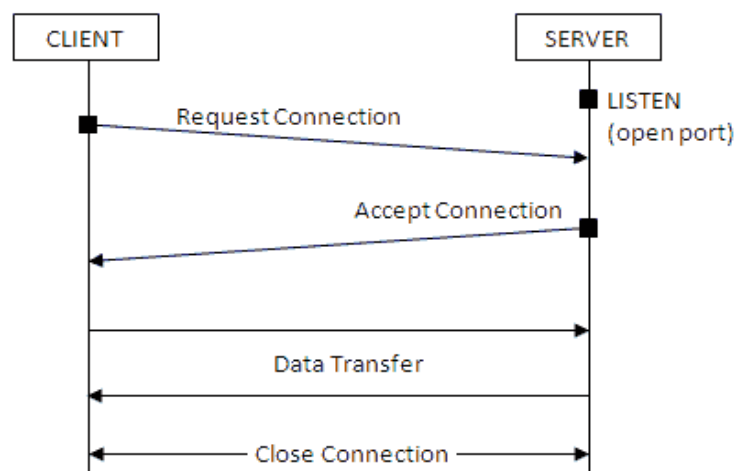
1. Mengetahui cara kerja komunikasi *client server* (TCP/IP)
2. Mengetahui cara membangun komunikasi *client server* (TCP/IP)
3. Mengetahui implementasi penggunaan komunikasi *client server* (TCP/IP)

B. DASAR TEORI

Socket adalah salah satu cara untuk komunikasi antar komputer dalam jaringan komputer/internet. *Socket* biasa digunakan untuk pemrograman berbasis *client-server* yang dapat menggunakan *socket* TCP/IP atau *socket* UDP. Ada juga yang mendefinisikan bahwa *Socket* adalah gabungan *IP Address* dan nomor *PORT*.



Client secara bahasa adalah pelanggan, nasabah, atau sesuatu yang harus dilayani dan jumlahnya boleh lebih dari satu dan bersifat aktif (*request*). Sedangkan *server* secara bahasa adalah pelayan atau yang melayani dan bersifat pasif (*listen*).



Gambar diatas adalah cara client dan server berkomunikasi, secara sederhana model komunikasi client-server adalah sebagai berikut :

- 1) Pertama, server berada di dalam keadaan *listen*. Di dalam keadaan *listen*, *server* menunggu dan siap menerima permintaan koneksi dari *client*. Dalam hal ini, *server* membuka *port* dengan nomor tertentu yang diketahui oleh *client*.
- 2) Hubungan antara *client* dengan *server* dimulai oleh *client* yang bertindak meminta suatu koneksi ke *server*. Paketnya berupa *Request Connection* seperti pada gambar diatas.
- 3) Bila *server* menerima permintaan ini, *server* akan membalasnya dan memberitahu *client* bahwa permintaannya diterima berupa *Accept Connection* dari *server* seperti pada gambar diatas. Pada titik ini koneksi antara *client* dengan *server* sudah terjalin.
- 4) Setelah terjalinnya koneksi, *client* dapat mengirimkan data ke *server*. Begitu pula dengan *server* boleh saling mengirimkan data antara satu dengan lainnya yang disebut *Data Transfer*.
- 5) Setelah data selesai dikirim, *client* maupun *server* dapat saling mengakhiri koneksi tersebut.

C. METODE PEMBELAJARAN

1. Ceramah
2. Demonstrasi

D. ALAT DAN BAHAN

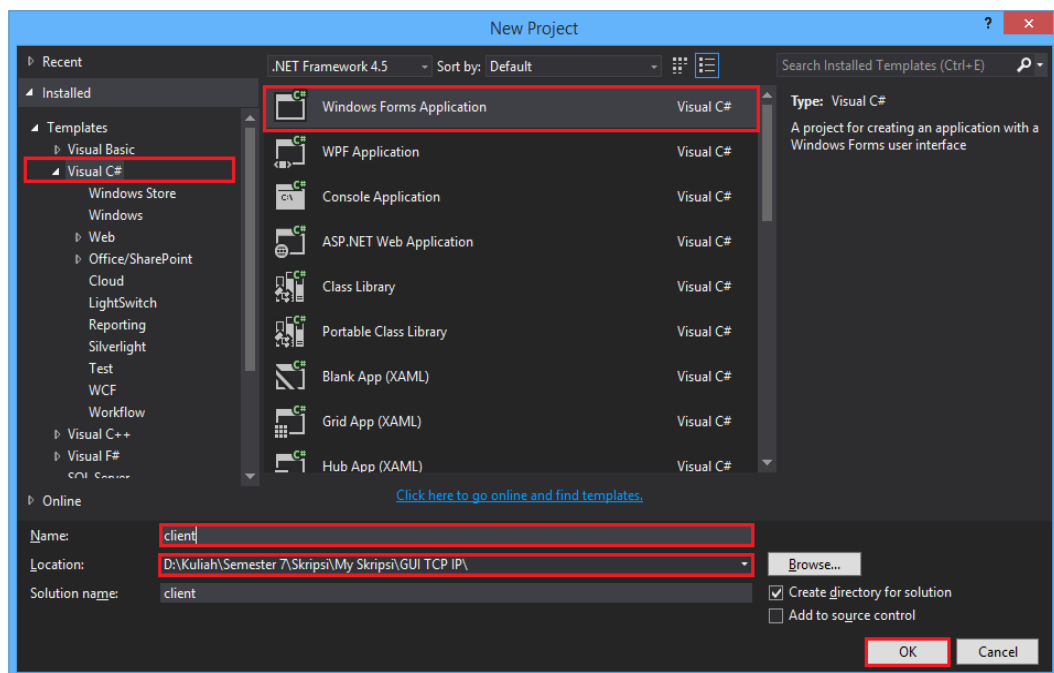
1. Wireless Access Point TP-Link WA701ND
2. Robot manipulator
3. Laptop / PC
4. Batteray

E. KESELAMATAN KERJA

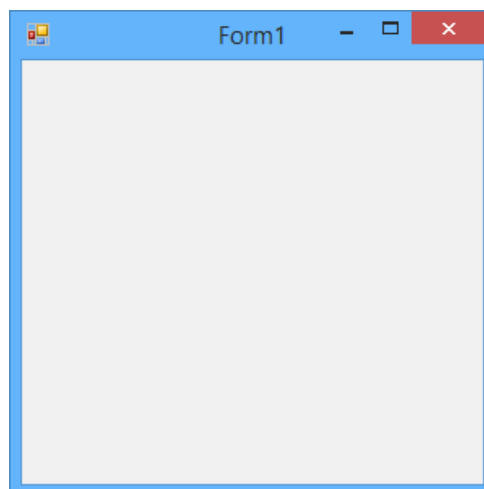
1. Jauhkan peralatan yang tidak dibutuhkan dari meja kerja
2. Ikuti prosedur sesuai dengan langkah kerja
3. Penggunaan laptop/PC dengan langkah-langkah yang benar, baik pada saat menghidupkan ataupun mematikan

F. LANGKAH KERJA

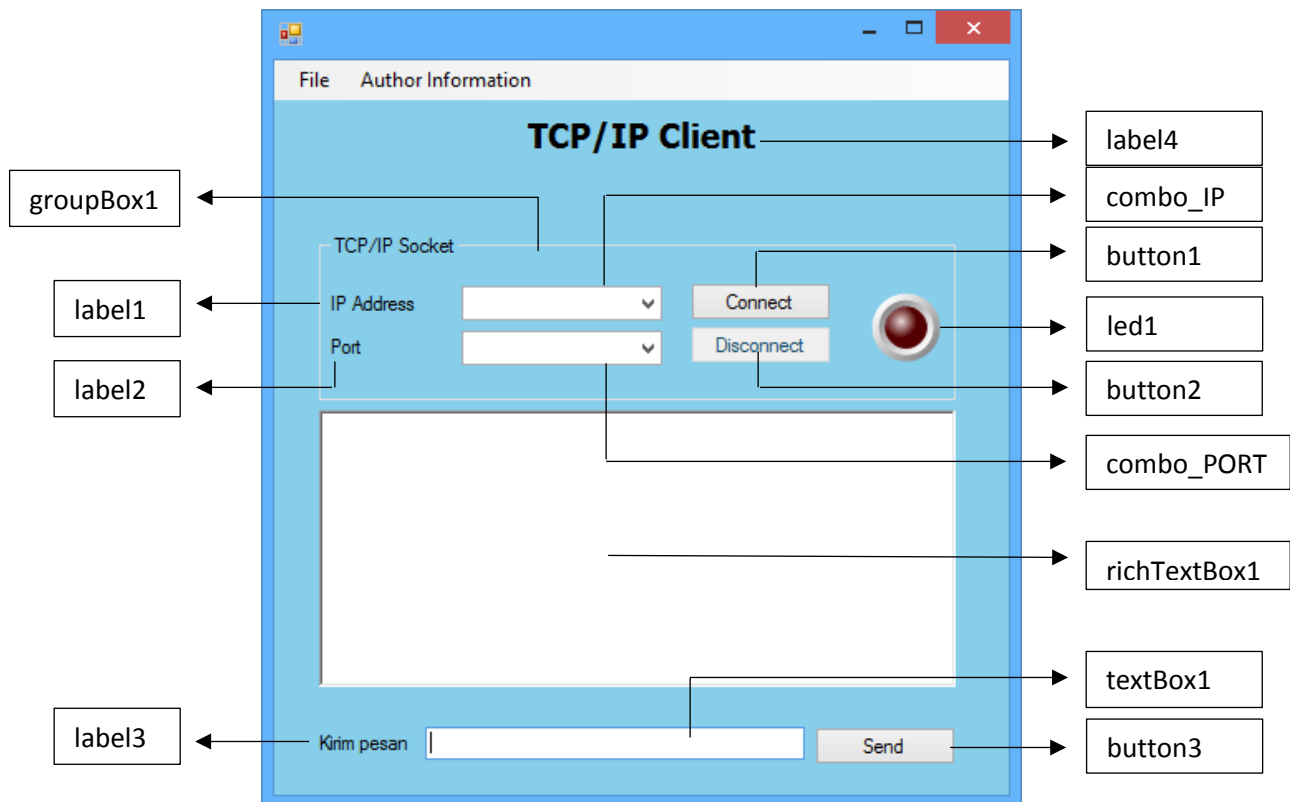
1. Bukalah Aplikasi Microsoft Visual Studio 2013, **Klik New Project -> Visual C# -> Windows Forms Application** dan buatlah project dengan nama **client** dan simpanlah di tempat yang Anda inginkan.



2. Setelah selesai membuat project maka akan muncul tampilan awal Form1.



3. Tambahkan beberapa *toolbox* seperti pada gambar di bawah ini.



4. Pada C# sudah disediakan *class library* untuk komunikasi dengan protokol TCP/IP ini. *Library* nya berada pada **System.Net** dan **System.Net.Socket**. Tekan tombol **F7** untuk masuk ke dalam *code editor*, kemudian tambahkan *class library* sebagai berikut :

```
using System.Net;
using System.Net.Sockets; // library komunikasi TCP/IP atau UDP
using System.Threading;   // asynchronous process (multi-thread)
using System.IO;          // I/O
```

5. Tambahkan deklarasi variable global untuk menyimpan nilai sementara yang dibutuhkan dalam proses eksekusi program. Ada beberapa deklarasi variable yang harus dideklarasikan terlebih dahulu diantaranya :
- **TcpClient** digunakan untuk mengakses program *client*.
 - **NetworkStream** digunakan untuk proses pengiriman ataupun menerima data.
 - **Thread** digunakan untuk komunikasi *asynchronous* (*multi-thread*) sehingga jika *thread* tersebut telah distart maka *method* **bacaData** akan

running secara terus menerus dan tidak akan mengganggu program utama.

- `byte[] data_kirim = new byte[1024];` digunakan untuk menyimpan data yang akan dikirim.
- `byte[] dataTerima = new byte[1024];` digunakan untuk menyimpan data yang diterima.
- `string[] IP = { "192.168.7.102", "192.168.1.3", "127.0.0.1" };` digunakan untuk menyimpan data IP Address.
- `string[] PORT = { "5001", "5002" };` digunakan untuk menyimpan data PORT.

Berikut ini adalah cara penulisan kode untuk mendeklarasikan variable :

```
TcpClient tcp_client = new TcpClient();
NetworkStream data;
Thread thread
byte[] data_kirim = new byte[1024];
byte[] dataTerima = new byte[1024];
string[] IP = { "192.168.7.102", "192.168.1.3", "127.0.0.1" };
string[] PORT = { "5001", "5002" };
```

6. Pada bagian **Form load**, masukkan kode untuk melakukan pemanggilan array pada *IP Address* dan *PORT* agar saat aplikasi dijalankan *IP Address* dan *PORT* secara otomatis akan muncul di *combobox*.

```
private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    for (int i = 0; i < 3; i++)
    {
        combo_IP.Items.Add(IP[i]);
    }
    for (int i = 0; i < 2; i++)
    {
        combo_PORT.Items.Add(PORT[i]);
    }
    button2.Enabled = false;
}
```

7. Tekan pada tombol **connect** dengan **event button click** (atau langsung *double click* pada tombol *connect*). Pada tahap ini program *client* melakukan *request connection* melalui alamat *socket* (*IP Address* tujuan dan *PORT* tujuan) dan sekaligus membaca data yang masuk dalam *thread* yang berbeda agar pembacaan data dapat berjalan terus menerus tanpa mengganggu program utama.

```

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try    //exception handling
    {
        tcp_client.Connect(IPAddress.Parse(combo_IP.Text),
int.Parse(combo_PORT.Text));
        MessageBox.Show("Terkoneksi Dengan Server", "INFORMASI",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Information);
        led1.Value = true; // led indikator menyala
        data = tcp_client.GetStream(); // membuat object
        thread = new Thread(bacaData); // membaca data masuk
        thread.IsBackground = true;
        thread.Start(); // pembacaan data di thread yang berbeda
        button1.Enabled = false; // tombol connect disable
        button2.Enabled = true;  // tombol disconnect enable
    }
    catch (Exception)
    {
        MessageBox.Show("Gagal Terkoneksi Dengan Server",
        "WARNING", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
    }
}

```

8. Tekan pada tombol **disconnect** dengan **event button click** (atau langsung *double click* pada tombol *disconnect*)

```

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    tcp_client.Close();           // tutup koneksi
    data.Close();                 // berhenti terima data
    led1.Value = false;           // led indikator mati
    button1.Enabled = true;       // tombol connect enable
    button2.Enabled = false;      // tombol disconnect disable
}

```

9. Tekan pada tombol **Send** dengan **event button click** (atau langsung *double click* pada tombol *Send*). Perlu diketahui data yang akan dikirimkan adalah berupa data **byte**. Sehingga jika kita ingin mengirimkan string langsung tidak akan bisa, string harus dikonversi terlebih dahulu menjadi data byte. Untuk mengkonversinya dapat dilakukan dengan memanfaatkan *class Encoding*, contohnya seperti baris kode berikut.

```

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes(textBox1.Text);
        data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
        textBox1.Text = string.Empty;
    }
    catch (Exception)
    {
        MessageBox.Show("Tidak ada pesan yang dikirim",
"WARNING", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);
    }
}

```

10. Buatlah **Function Method** untuk membaca data yang masuk ke *client*. Data yang akan diterima harus dikonversi terlebih dahulu menjadi data **byte**. Komunikasi asinkron sangat penting untuk aplikasi pembacaan data tentunya proses penerimaan data harus terjadi secara *continue* atau terus menerus, tidak perlu menekan *button* terlebih dahulu baru kemudian data dibaca. Sehingga setiap ada data masuk langsung ditampilkan pada *richTextBox1*.

```

private void bacaData()
{
    while (data.DataAvailable)
    {
        if (data.Read(dataTerima, 0, dataTerima.Length) > 0)
        {
            UpdateLogTextFromThread(Encoding.ASCII.GetString(dataTerima));
        }
    }
}

delegate void UpdateLogTextFromThreadDelegate(String msg);

public void UpdateLogTextFromThread(String msg)
{
    if (!this.IsDisposed && richTextBox1.InvokeRequired)
    {
        richTextBox1.Invoke(new
UpdateLogTextFromThreadDelegate(UpdateLogText), new Object[] { msg });
    }
}

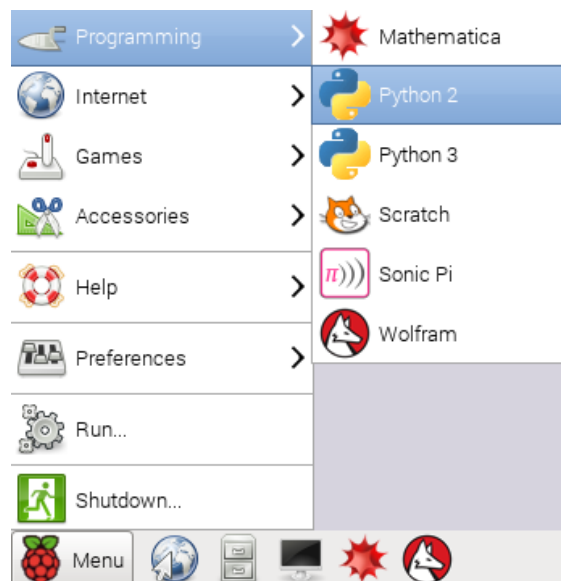
public void UpdateLogText(String msg)
{
    richTextBox1.Text += msg;
    richTextBox1.SelectionStart = richTextBox1.Text.Length;
    richTextBox1.ScrollToCaret();
}

```

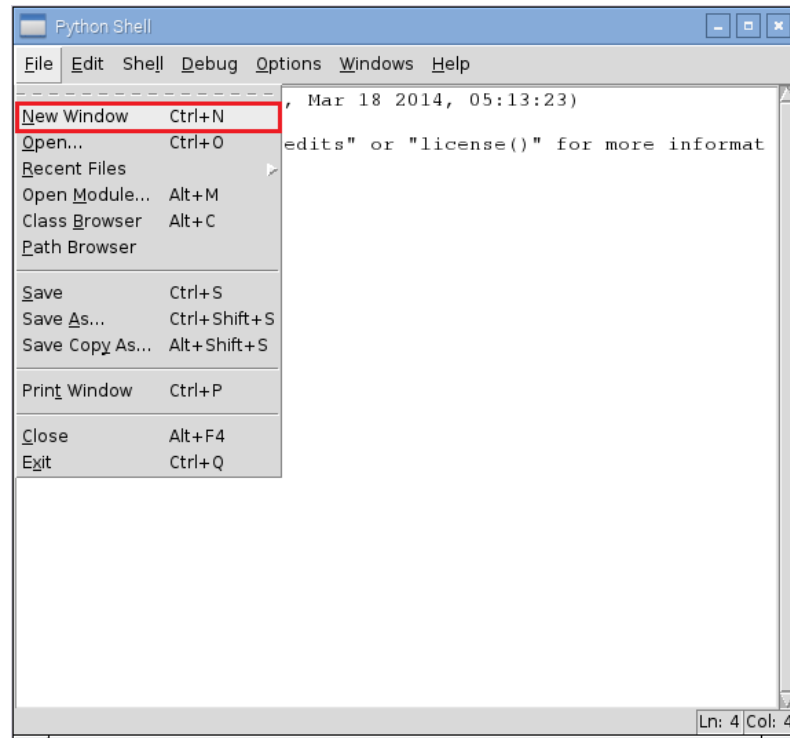
11. Tekan **form** dan pilihlah **event Form closing**, kemudian masukkan kode berikut untuk menutup komunikasi.

```
private void Form1_FormClosing(object sender, FormClosingEventArgs e)
{
    thread.Abort();
    data.Close();
    tcp_client.Close();
}
```

12. Setelah itu, masuklah ke *Operating System* Raspberry Pi melalui *Remote Desktop* seperti yang telah dijelaskan di **labsheet 1**. Kemudian Klik **Menu - > Programming -> Python 2** seperti yang ditunjukkan pada gambar.



13. Maka akan muncul tampilan *python Shell*. Setelah itu, buatlah project baru dengan cara klik **File -> New Window**.



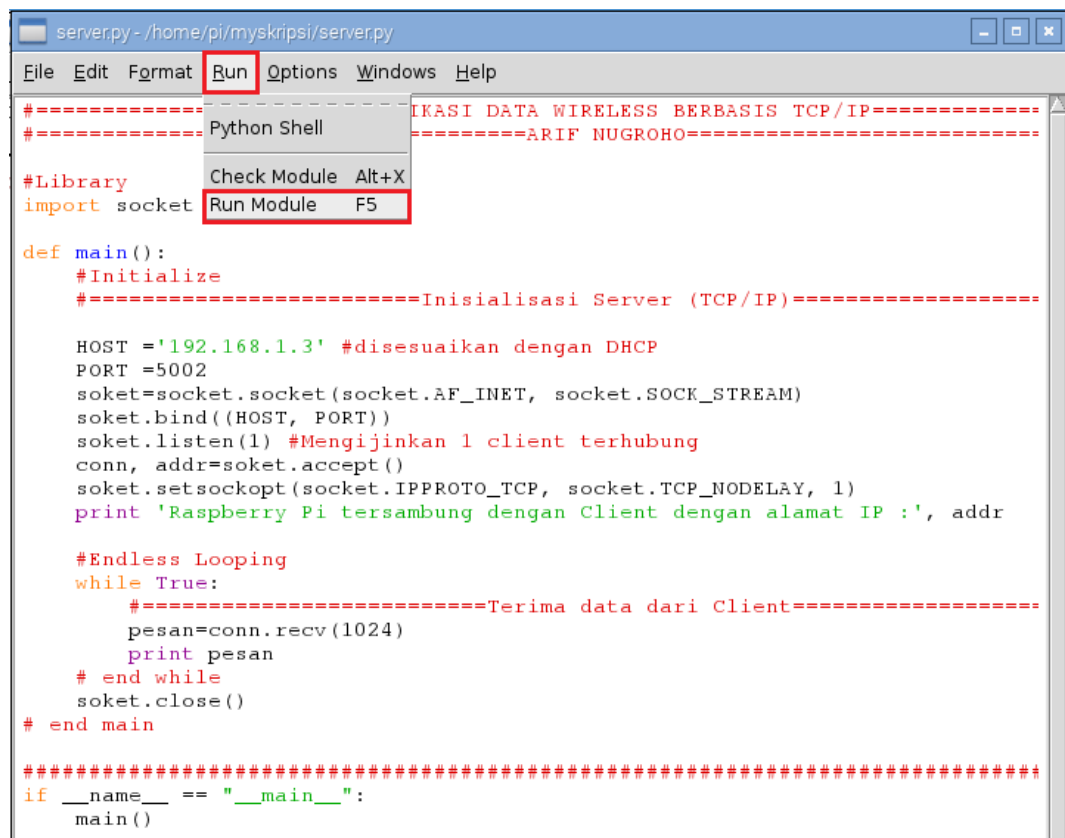
14. Setelah itu, tambahkan program server di *Python 2 IDE*

```
#Library untuk pemrograman socket
import socket
```

```
def main():
    HOST='192.168.1.3'
    PORT=5002
    soket=socket.socket(socket.AF_INET,
socket.SOCK_STREAM)
    soket.bind((HOST, PORT))
    soket.listen(1) //1 client
    conn, addr=soket.accept()
    soket.setsockopt(socket.IPPROTO_TCP,
socket.TCP_NODELAY, 1)
    print 'Raspberry Pi tersambung dengan client dengan
alamat', addr

    while True:
        pesan=conn.recv(1024)
        print pesan
    # end while
    soket.close()
#end main
#####
#####
if __name__ == "__main__":
```


15. Setelah selesai membuat kode program server, klik **Run -> Run Module** untuk memeriksa dan menjalankan program



The screenshot shows a Python IDE window titled 'server.py - /home/pi/myskripsi/server.py'. The menu bar includes File, Edit, Format, Run, Options, Windows, and Help. The 'Run' menu is open, showing options: Python Shell, Check Module (Alt+X), and Run Module (F5). The 'Run Module' option is highlighted. The code in the background is a TCP server script. It starts with a header 'APLIKASI DATA WIRELESS BERBASIS TCP/IP' and the author 'ARIF NUGROHO'. It imports the 'socket' module and defines a 'main()' function. The function initializes a server on host '192.168.1.3' and port 5002. It enters an endless loop where it accepts connections and prints the client's IP address. The script ends with a standard 'if __name__ == "__main__": main()' block.

```
#####
#####
#Library
import socket

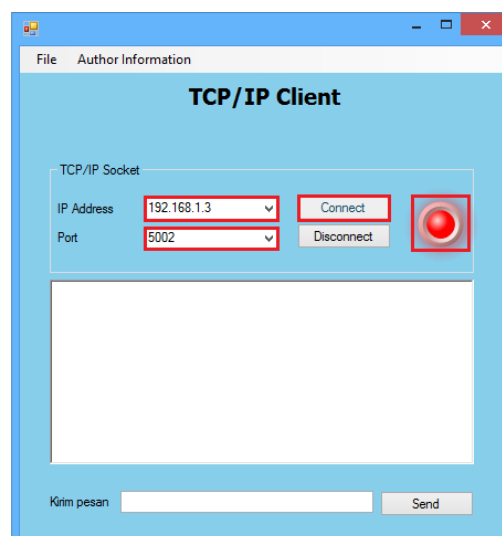
def main():
    #Initialize
    #=====Inisialisasi Server (TCP/IP)=====

    HOST = '192.168.1.3' #disesuaikan dengan DHCP
    PORT = 5002
    socket=socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
    socket.bind((HOST, PORT))
    socket.listen(1) #Mengijinkan 1 client terhubung
    conn, addr=socket.accept()
    socket.setsockopt(socket.IPPROTO_TCP, socket.TCP_NODELAY, 1)
    print 'Raspberry Pi tersambung dengan Client dengan alamat IP :', addr

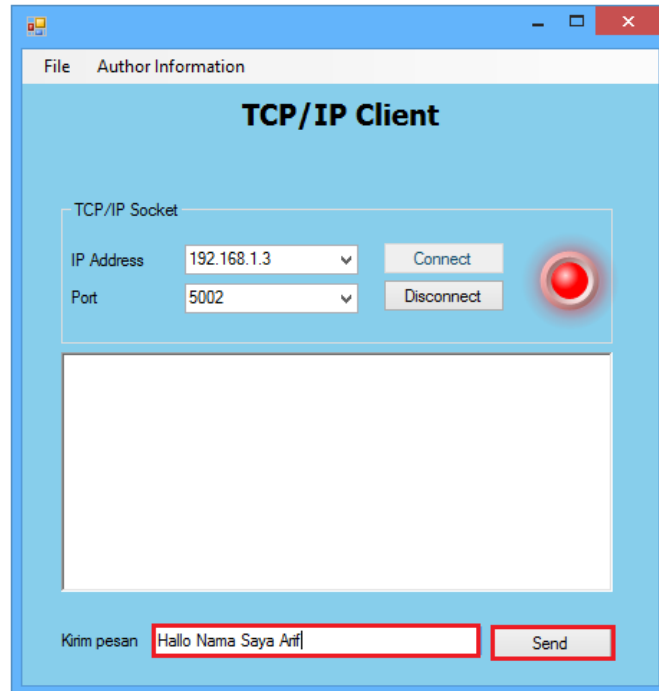
    #Endless Looping
    while True:
        #=====Terima data dari Client=====
        pesan=conn.recv(1024)
        print pesan
        # end while
    socket.close()
# end main

#####
if __name__ == "__main__":
    main()
```

16. Setelah itu, bukalah aplikasi program *client* yang telah dibuat sebelumnya menggunakan Microsoft visual studio dan Isilah **IP Address = 192.168.1.3** sedangkan untuk **PORT=5002**, kemudian tekan tombol **Connect** maka indikator LED akan menyala.



17. Setelah tersambung antara program *client* dengan *server*, maka segera lakukan tes pengiriman data yang dituliskan di *textbox* kirim pesan (missal: Hallo Nama Saya Arif), kemudian diikuti dengan menekan tombol **Send**.



18. Setelah itu, lihatlah pada program *server python*, apakah data yang dikirim sesuai dengan data yang diterima.

```
*Python Shell*
File Edit Shell Debug Options Windows Help
Python 2.7.3 (default, Mar 18 2014, 05:13:23)
[GCC 4.6.3] on linux2
Type "copyright", "credits" or "license()" for more informati
on.
>>> ===== RESTART =====
>>>
Raspberry Pi tersambung dengan Client dengan alamat IP : ('19
2.168.1.2', 22567)
Hallo Nama Saya Arif
```

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Mengetahui cara pengiriman data komunikasi *client server* (TCP/IP).
2. Mengetahui dasar pengendalian robot manipulator melalui Wi-Fi di Microsoft Visual Studio 2013.
3. Mengetahui perintah dasar di terminal linux.

B. DASAR TEORI

Perintah Dasar Linux :

1. **sudo su** digunakan untuk login sebagai root/pengguna tertinggi.
2. **cd (change directory)** digunakan untuk berpindah ke direktori/folder.
3. **pwd (print working directory)** digunakan untuk memperlihatkan direktori mana posisi kita berada.
4. **ls (list)** digunakan untuk melihat isi sebuah direktori.
5. **lsusb (list USB)** digunakan untuk melihat perangkat USB yg sedang terkoneksi ke computer.
6. **mkdir (make directory)** digunakan untuk membuat folder baru.
7. **rmdir (remove directory)** digunakan untuk menghapus folder.
8. **clear** digunakan untuk membersihkan layar.
9. **cat** digunakan untuk membuka file.
10. **cp (copy)** digunakan untuk menyalin text.
11. **halt** digunakan untuk mematikan computer(harus sebagai root).
12. **reboot** digunakan untuk merestart computer(harus sebagai root).

C. METODE PEMBELAJARAN

1. Ceramah
2. Demonstrasi

D. ALAT DAN BAHAN

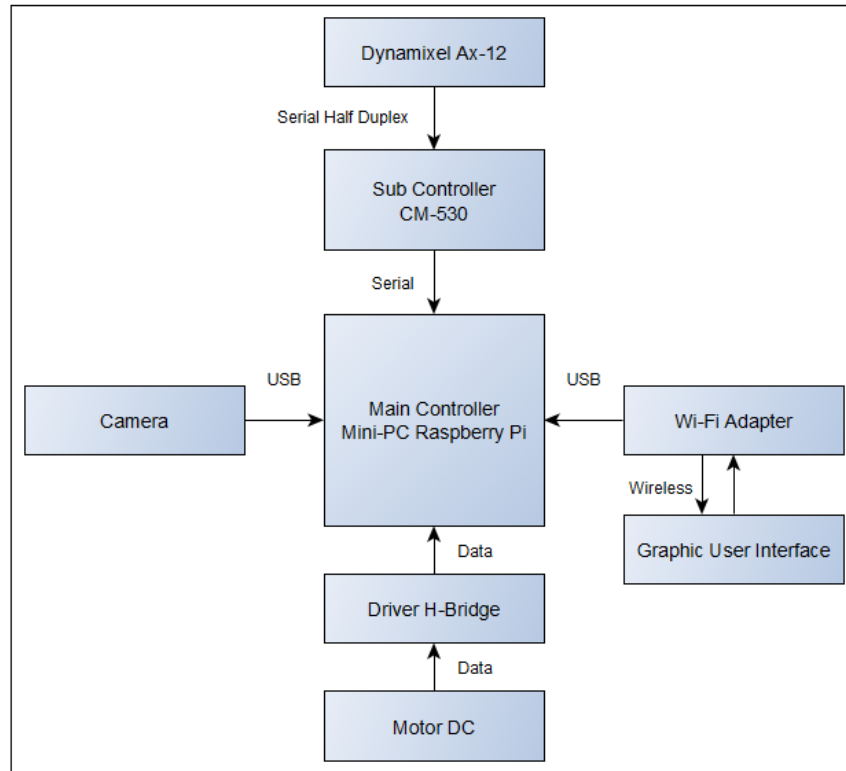
1. Wireless Access Point TP-Link WA701ND
2. Robot manipulator
3. Laptop / PC
4. Batteray

E. KESELAMATAN KERJA

1. Jauhkan peralatan yang tidak dibutuhkan dari meja kerja
2. Ikuti prosedur sesuai dengan langkah kerja

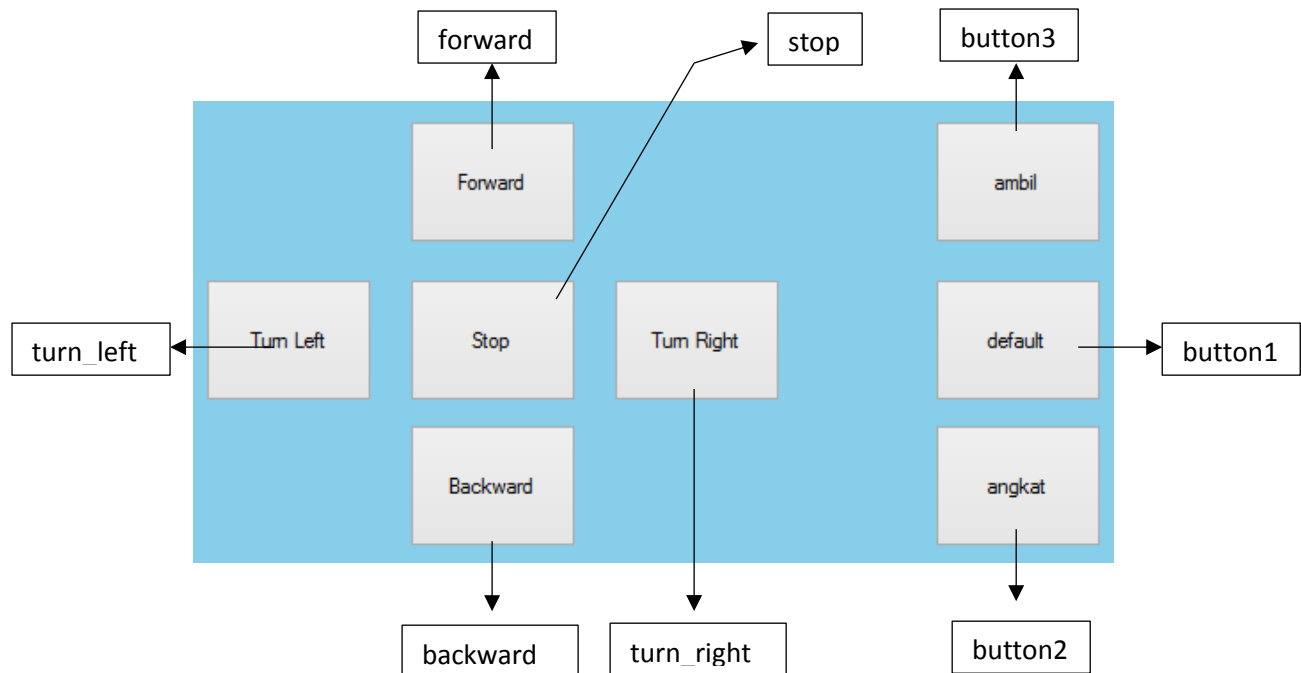
3. Penggunaan laptop/PC dengan langkah-langkah yang benar, baik pada saat menghidupkan ataupun mematikan

F. DIAGRAM BLOK SISTEM



G. LANGKAH KERJA

1. Bukalah Aplikasi Microsoft Visual Studio 2013 yang telah dibuat pada **labsheet 2** dengan nama *client*.
2. Buatlah Tampilan Form menjadi seperti pada gambar.



3. Tekan tombol **F7** untuk masuk ke dalam *code editor*, kemudian tambahkan kode berikut ke dalam **button Forward** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk mengendalikan robot manipulator bergerak maju.

```
private void forward_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("1");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

4. Tambahkan kode berikut ke dalam **button Backward** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk mengendalikan robot manipulator bergerak mundur.

```
private void backward_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("2");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

5. Tambahkan kode berikut ke dalam **button stop** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk menghentikan gerak robot manipulator.

```
private void stop_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("0");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

6. Tambahkan kode berikut ke dalam **button turn_left** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk mengendalikan robot manipulator bergerak belok kiri.

```
private void turn_left_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("4");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

7. Tambahkan kode berikut ke dalam **button turn_right** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk mengendalikan robot manipulator bergerak belok kanan.

```
private void turn_right_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("3");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

8. Tambahkan kode berikut ke dalam **button ambil** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk mengendalikan robot manipulator agar lengan robot bergerak untuk mengambil barang/objek.

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("6");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

9. Tambahkan kode berikut ke dalam **button default** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk posisi *standby* robot manipulator.

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("5");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

10. Tambahkan kode berikut ke dalam **button angkat** dengan **event button click**. Program ini digunakan untuk mengendalikan robot manipulator agar lengan robot bergerak untuk mengangkat barang/objek.

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    data_kirim = Encoding.ASCII.GetBytes("7");
    data.Write(data_kirim, 0, data_kirim.Length);
}
```

11. Setelah itu, masuklah ke Operating System Raspberry Pi melalui SSH seperti yang telah dijelaskan di **labsheet 1**, kemudian ketik **pwd** untuk untuk memperlihatkan direktori mana posisi kita berada.

```
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
pi@raspberrypi ~ $ pwd
/home/pi
pi@raspberrypi ~ $
```

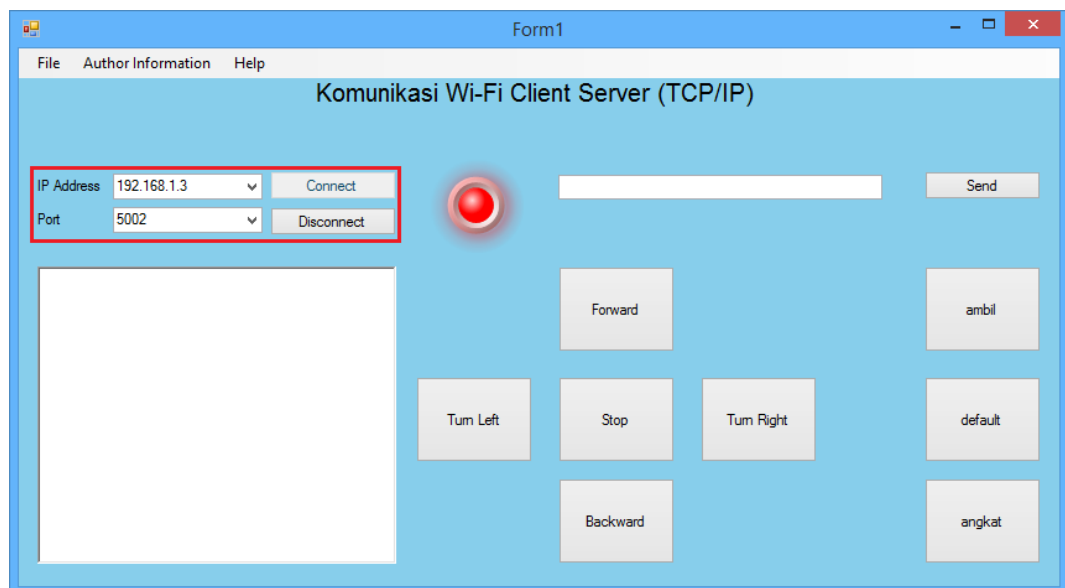
12. Kemudian masuklah ke direktori **myskripsi** dengan mengetikkan **cd myskripsi/** untuk berpindah ke direktori/folder yang dituju, dilanjutkan mengetikkan **ls** untuk melihat daftar isi direktori

```
pi@raspberrypi ~ $ cd myskripsi/
pi@raspberrypi ~/myskripsi $ ls
coba.py server.py skripsi.py
pi@raspberrypi ~/myskripsi $
```

13. Kemudian untuk mengekskusi program pada robot manipulator ketikkan **sudo python coba.py**, maka Raspi akan membuka Port Serial dan menunggu permintaan dari *client*. Port Serial raspi dihubungkan dengan *sub controller* berupa CM-530 yang bertugas mengolah program servo Dynamixel.

```
pi@raspberrypi ~/myskripsi $ sudo python coba.py
Sedang Membuka Port Serial
Port Serial Sudah Terbuka
```

14. Bukalah aplikasi *client* yang telah dibuat sebelumnya di Microsoft Visual Studio dengan mengisi **IP Address 192.168.1.3** dan **PORT 5002**.



15. Bukalah PuTTY dan lihatlah apakah sudah saling tersambung antara program *client* dan program *server*.

```
pi@raspberrypi ~/myskripsi $ sudo python coba.py
Sedang Membuka Port Serial
Port Serial Sudah Terbuka
Raspberry Pi tersambung dengan Client dengan alamat IP : ('192.168
.1.2', 2226)
```

16. Setelah itu, tekan tombol navigasi pada program *client* untuk mengendalikan robot manipulator.
17. Setelah selesai mengendalikan robot manipulator, tekan **Ctrl+C** untuk memutus koneksi antara *client* dengan *server*.
18. Untuk mematikan Raspberry Pi pada robot manipulator, ketikkan *sudo halt*.

```
pi@raspberrypi ~/myskripsi $ sudo halt

Broadcast message from root@raspberrypi (pts/0) (Wed May 11 21:48:18 2016):
The system is going down for system halt NOW!
```


LEMBAR INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan bapak, ibu atau saudara untuk menjadi validator **"Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP"** agar layak digunakan sebagai media pembelajaran.

A. Petunjuk Pengisian Instrumen Media Pembelajaran

1. Silahkan berilah tanda centang (\checkmark) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama validator dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Kebermanfaatan					
1.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator membantu proses pembelajaran robotika				
2.	Media Pembelajaran robot manipulator meningkatkan kualitas pembelajaran robotika				
3.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat menambah wawasan peserta didik				
4.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik				
5.	Peserta didik lebih memahami materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				

6.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kreativitasnya				
7.	Pendidik dapat menarik perhatian siswa dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				
8.	Pendidik lebih mudah dalam menyampaikan materi ajar dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				
Aspek Perangkat Media Pembelajaran					
9.	Ukuran media pembelajaran robot manipulator sangat ergonomis, sesuai dengan kebutuhan dan cara penggunaan				
10.	Perangkat keras pada media pembelajaran robot manipulator umumnya banyak ditemui di pasaran elektronik				
11.	Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program media pembelajaran robot manipulator banyak ditemui di kalangan pengembang aplikasi				
12.	Fungsi dari setiap aktuator pada media pembelajaran robot manipulator bekerja dengan baik				
13.	Fungsi dari kontroler pada media pembelajaran robot manipulator bekerja dengan baik				
14.	Proses penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dan <i>server</i> bekerja dengan baik				
15.	Proses pengiriman dan penerimaan antara program <i>client</i> dan program <i>server</i> dapat bekerja dengan baik				
16.	Proses pengendalian robot manipulator menggunakan komunikasi data berbasis Wi-Fi dapat bekerja dengan baik				
Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran					
17.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator memiliki hubungan dengan materi kuliah lain (komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				
18.	Media pembelajaran robot manipulator dapat digunakan pada materi ajar lainnya				

	(komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				
19.	Media pembelajaran dibangun dari beberapa materi kuliah yang ada di perkuliahan (komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				
20.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator banyak digunakan dalam proses otomasi industri				

C. Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Setelah dilakukan kajian pada media pembelajaran, maka media pembelajaran *Mobile Robot Manipulator* dapat dinyatakan :

- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan tanpa revisi
- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak

Yogyakarta,

Validator,

(.....)

Catatan:

☐ Beri tanda √

LEMBAR INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan bapak, ibu atau saudara untuk menjadi validator "**Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP**" agar layak digunakan sebagai media pembelajaran.

A. Petunjuk Pengisian Instrumen Materi Pembelajaran

1. Silahkan Berilah tanda centang (\checkmark) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama validator dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Materi Ajar					
1.	Media pembelajaran robot manipulator relevan dengan mata kuliah robotika				
2.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media robot manipulator sesuai dengan tujuan				
3.	Kompetensi materi jelas				
4.	Materi tentang komunikasi <i>client server</i> diuraikan dengan jelas				
5.	Bahasa pengantar yang dimuat pada <i>labsheet</i> mudah dipahami				
6.	<i>Labsheet</i> disertai dengan pengantar materi untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang akan disampaikan.				
7.	<i>Labsheet</i> memiliki keterkaitan dengan media pembelajaran				

8.	<i>Labsheet</i> menyajikan langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran				
9.	Langkah-langkah Konfigurasi <i>Remote Desktop</i> diuraikan dengan jelas.				
10.	Langkah-langkah pembuatan program <i>client</i> dan <i>server</i> diuraikan dengan jelas				
11.	Langkah-langkah penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dengan <i>server</i> diuraikan dengan jelas.				
12.	Langkah-langkah pengiriman dan penerimaan data antara program <i>client</i> dengan <i>server</i> diuraikan dengan jelas.				
13.	Ilustrasi dalam <i>labsheet</i> memudahkan pengguna dalam mengoperasikan robot				
14.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media robot manipulator sesuai dengan kebutuhan peserta didik				
15.	Materi ajar yang disampaikan mempunyai keterkaitan yang sangat erat dengan materi ajar lainnya				
Aspek Kebermanfaatan					
16.	Keberadaan <i>labsheet</i> membantu peserta didik memahami materi				
17.	Keberadaan <i>labsheet</i> menyajikan kemudahan peserta didik dalam mengoperasikan media pembelajaran				
18.	Keberadaan <i>labsheet</i> menjadikan peserta didik tidak banyak melakukan kesalahan pada langkah kerja				
19.	<i>Labsheet</i> membantu pendidik dalam menjelaskan materi pembelajaran				
20.	<i>Labsheet</i> membantu pendidik dalam mendemonstrasikan media pembelajaran				

C. Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Setelah dilakukan kajian pada materi pembelajaran, maka media pembelajaran *Mobile Robot Manipulator* dapat dinyatakan :

- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan tanpa revisi
- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak

Yogyakarta,

Validator,

(.....)

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR PENILAIAN PENGGUNA

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan saudara untuk mengisi lembar penilaian pengguna untuk mengetahui persepsi tentang Tugas Akhir Skripsi saya yang berjudul **"Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data *Wi-Fi* dengan protokol *TCP/IP*"** agar layak digunakan sebagai media pembelajaran robotika.

A. Petunjuk Pengisian Lembar Penilaian Pengguna

1. Silahkan berilah tanda centang (\checkmark) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama pengguna dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Kebermanfaatan					
1.	Penggunaan media pembelajaran membantu proses pembelajaran robotika				
2.	Media Pembelajaran robot manipulator meningkatkan kualitas dari pembelajaran robotika				
3.	Penggunaan media pembelajaran dapat menambah wawasan peserta didik				
4.	Penggunaan media pembelajaran dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik				
5.	Peserta didik lebih memahami materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran				

6.	Penggunaan media pembelajaran dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kreativitasnya				
7.	Pendidik dapat menarik perhatian peserta didik dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				
8.	Pendidik lebih mudah dalam menyampaikan materi ajar dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				
Aspek Perangkat Media Pembelajaran					
9.	Ukuran media pembelajaran sangat ergonomis, sesuai dengan kebutuhan dan cara penggunaan				
10.	Perangkat keras pada media pembelajaran robot manipulator umumnya banyak ditemui di pasaran elektronik				
11.	Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program media pembelajaran banyak ditemui di kalangan pengembang aplikasi				
12.	Fungsi dari setiap aktuator pada media pembelajaran bekerja dengan baik				
13.	Fungsi dari kontroler pada media pembelajaran bekerja dengan baik				
14.	Proses penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dan <i>server</i> dapat bekerja sebagaimana mestinya				
15.	Proses pengiriman dan penerimaan antara program <i>client</i> dan program <i>server</i> dapat bekerja sebagaimana mestinya				
16.	Proses pengendalian robot manipulator menggunakan komunikasi data berbasis Wi-Fi dapat sebagaimana mestinya				
Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran					
17.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator memiliki hubungan dengan materi kuliah lainnya				
18.	Media pembelajaran robot manipulator dapat digunakan pada materi ajar lainnya				
19.	Media pembelajaran dibangun dari beberapa materi kuliah yang ada di perkuliahan				

20.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator banyak digunakan dalam proses otomasi industri				
-----	--	--	--	--	--

C. Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Yogyakarta,

Tertanda,

(.....)

Nama :	Jenis Soal	Paraf
NIM :	<i>PRETEST</i>	
Kelas :		

A. Cara Pengisian Lembar Instrument Test

1. Jawablah pertanyaan langsung pada lembar pertanyaan.
2. Berilah tanda silang (x) pada jawaban yang anda anggap paling benar.

Contoh:

1. Ayah dan ibu pergi ke pasar pada pagi hari. Yang termasuk subjek dari kalimat disamping adalah
 - ~~a.~~ Ayah dan ibu
 - b. Pergi
 - c. Pasar
 - d. Pagi Hari
3. Jika dalam pengisian terdapat kesalahan maka berilah tanda sama dengan (=) pada jawaban yang anda anggap salah, selanjutnya berilah tanda silang (x) pada jawaban yang anda anggap benar.

Contoh:

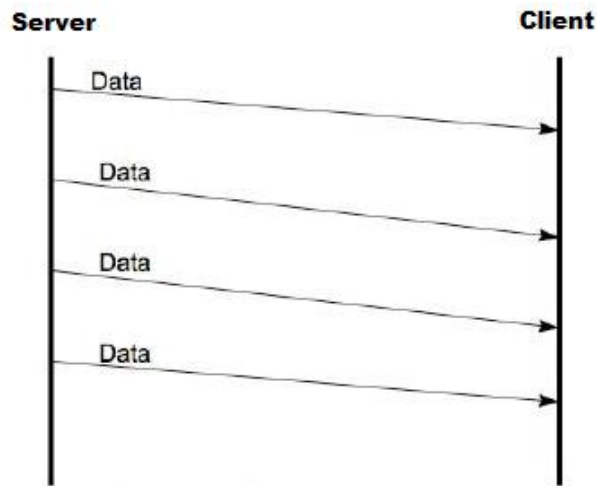
1. Ayah dan ibu pergi ke pasar pada pagi hari. Yang termasuk subjek dari kalimat disamping adalah
 - ~~a.~~ Ayah dan ibu
 - b. Pergi
 - ~~c.~~ Pasar
 - d. Pagi Hari

B. Pertanyaan

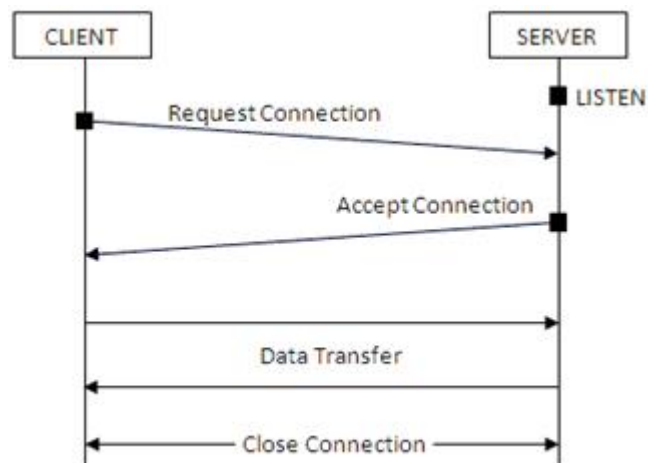
1. Berikut ini yang tidak termasuk dalam komponen komunikasi data adalah ?
 - a. Pengirim
 - b. Penerima
 - c. Data / pesan
 - d. Perijinan komunikasi
 - e. Protokol
2. Suatu metode komunikasi yang dapat dilakukan dalam dua arah secara bergantian adalah ?
 - a. Simplex
 - b. Half Duplex
 - c. Full Duplex
 - d. Broadcast
 - e. serial
3. Standar yang digunakan dalam *Wireless LAN* adalah ?
 - a. IEEE 802.0
 - b. IEEE 802.11
 - c. IEEE 802.3
 - d. IEEE 802.10
 - e. IEEE 802.2
4. Untuk mengakses raspberry pi selain dengan menggunakan layar monitor, juga bisa tanpa menggunakan layar monitor agar menjadi fleksibel yaitu melalui SSH. Berapakah Port SSH yang harus diisikan agar bisa saling berkomunikasi ?
 - a. COM 1
 - b. LPT1
 - c. 22
 - d. 23
 - e. 8080
5. Dalam komunikasi data Wi-Fi *client server* dengan protokol *TCP/IP* selalu melibatkan *IP Address*. Berikut adalah *IP Address* 192.168.7.1/26, dari *IP Address* tersebut tentukan berapa *subnet mask* nya !
 - a. 255.255.255.0
 - b. 255.255.255.1
 - c. 255.255.255.26
 - d. 255.255.255.192
 - e. 255.255.255.255
6. *IP Address* yang hanya digunakan untuk keperluan *local area network* dan tidak dikenal oleh internet adalah ?
 - a. Public IP Address
 - b. Dynamic IP Address
 - c. Static IP Address
 - d. Network IP Address
 - e. Private IP Address

7. Berikut contoh komunikasi jaringan WLAN yang dapat berkomunikasi secara *peer-to-peer* adalah ?
- a. Ad-hoc
 - b. Client server
 - c. Master slave
 - d. TCP/IP
 - e. UDP
8. Dalam setiap komunikasi *client server* minimal terdapat 2 buah komputer yang masing-masing difungsikan sebagai sisi *client* dan yang satunya bertindak sebagai sisi *server*. Berikut yang bukan merupakan karakteristik dari *server* adalah ?
- a. Melayani
 - b. Aktif (request)
 - c. Pasif (listen)
 - d. Mengirim
 - e. Menerima
9. Dalam membuat komunikasi *wireless TCP/IP* terdapat istilah *socket* yang merupakan gabungan dari ?
- a. IP Address dan Subnet mask
 - b. IP Address dan Mac Address
 - c. IP Address dan Port Address
 - d. IP Address dan Localhost
 - e. IP Address dan Proxy
10. Perintah untuk memberikan alamat *socket* yg ada pada *sockaddr structure* ke *socket descriptor* adalah ?
- a. Connection Function
 - b. Bind Function
 - c. Listen Function
 - d. Accept Function
 - e. Socket Function
11. Dalam melakukan tes komunikasi *client server* tidak harus menggunakan 2 komputer atau lebih tetapi juga bisa dengan hanya menggunakan 1 komputer yaitu dengan menggunakan *localhost IP* yang berfungsi sebagai *loopback*. Berapakah *IP Address* dari *localhost* pada masing-masing perangkat komputer?
- a. 127.0.0.0
 - b. 127.0.0.1
 - c. 127.0.0.2
 - d. 127.0.1.0
 - e. 127.0.2.0

12. Metode pengiriman data yang hanya mengirim data tetapi tidak mengkonfirmasi apakah data yang dikirim benar-benar diterima yang ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini merupakan ciri pengiriman data dari komunikasi *wireless* berbasis ?



- a. TCP/IP
 - b. Serial
 - c. Paralel
 - d. UDP
 - e. Ad-hoc
13. Metode pengiriman data yang tidak hanya mengirim data tetapi juga mengkonfirmasi apakah data yang dikirim benar-benar diterima seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini merupakan ciri pengiriman data dari komunikasi *wireless* berbasis ?



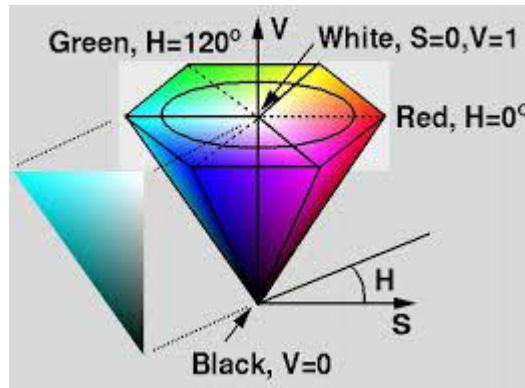
- a. Serial
- b. Peer to peer
- c. Paralel
- d. TCP/IP
- e. Ad-hoc

c. UDP

14. Berikut adalah contoh paket pengiriman data dengan format seperti pada gambar. Jika pengguna akan mengirim paket data dengan perintah `port.write (bytearray.fromhex("FF 55 08 x 01 y"))` maka berapakah nilai x dan y agar dapat saling berkomunikasi ?

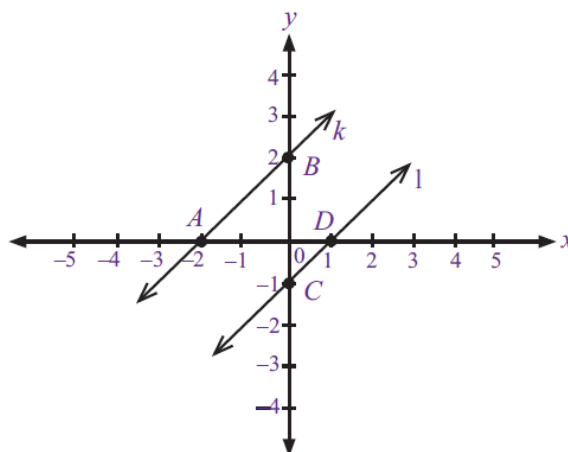


- a. FE dan FF
 - b. F8 dan EF
 - c. F7 dan FE
 - d. F9 dan FE
 - e. FF dan FE
15. *Customer* meminta Anda untuk membantunya memilih cara yang lebih baik untuk *streaming video*. Apa yang seharusnya anda beritahu kepada *customer* tentang pemilihan jenis protokol ?
- a. Pilih solusi menggunakan TCP, karena TCP tidak memiliki *error correction* dan akan mengirim data jauh lebih cepat
 - b. Pilih solusi menggunakan UDP, karena UDP tidak memiliki *error correction* sehingga akan mengirimkan data jauh lebih cepat.
 - c. Pilih solusi menggunakan TCP, karena TCP memiliki *error correction* dan dapat lebih dipercaya.
 - d. Pilih solusi menggunakan UDP, karena TCP memiliki *error correction* dan dapat lebih dipercaya
 - e. Pilih solusi menggunakan TCP, karena TCP tidak memiliki *error correction* dan dapat lebih dipercaya.
16. Pada gambar di bawah ini akan ditampilkan diagram HSV (*Hue, Saturation, Value*), Berapakah nilai warna kuning murni berdasarkan gambar tersebut ?



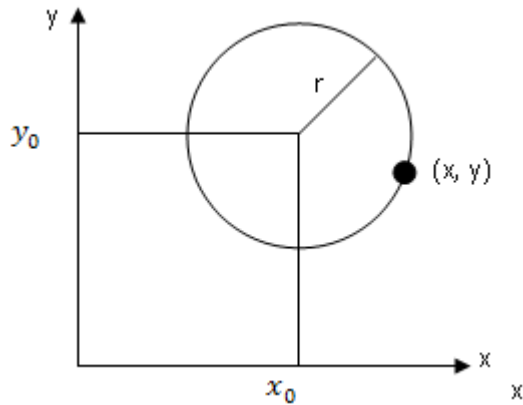
- a. $H=120^\circ, S=1, V=1$
- b. $H=0^\circ, S=0, V=1$
- c. $H=60^\circ, S=0, V=1$
- d. $H=60^\circ, S=1, V=0$
- e. $H=60^\circ, S=1, V=1$

17. Pada pengolahan citra digital dapat digunakan untuk menghitung dan mengukur kemiringan suatu garis yaitu dengan metode *hough line transform*. Pada gambar di bawah ini disajikan diagram koordinat kartesius dari 2 garis. Tentukan persamaan garis k dan l !



- a. $y=2x+2; y=1x+1$
- b. $y=x+2; y=x-1$
- c. $y=2x+2; y=2x-1$
- d. $y=x+2; y=x+1$
- e. $y=x-2; y=x+1$

18. Pada pengolahan citra digital dapat digunakan untuk mengukur besarnya radius pada objek dasar berbentuk lingkaran (bola) yaitu dengan metode *hough circle transform*. Pada gambar di bawah ini disajikan diagram koordinat kartesius dari suatu lingkaran, jika nilai nilai $x_0=3, y_0=3$ sedangkan $x=7, y=7$. Berapakah nilai radius dari lingkaran tersebut ?



- a. 7
- b. 3
- c. 7,5
- d. 5,6
- e. 6,5

19. Jika Anda menginginkan untuk mendeteksi warna merah menggunakan kamera yang direpresentasikan dalam bentuk RGB 8 bit. Tentukan besarnya interval RGB yang memungkinkan untuk warna merah !

- a. $120 < R < 255; 120 < G < 255; 120 < B < 255$
- b. $0 < R < 10; 120 < G < 255; 0 < B < 10$
- c. $120 < R < 255; 0 < G < 60; 0 < B < 60$
- d. $0 < R < 60; 120 < G < 255; 0 < B < 60$
- e. $120 < R < 255; 120 < G < 255; 0 < B < 255$

20. Dalam pemrosesan citra digital terdapat metode yang dapat digunakan untuk membedakan warna objek yang diinginkan dengan warna sekitar di luar objek yaitu yang dikenal dengan istilah ?

- a. Blob counter
- b. Grayscale
- c. Color Filtering
- d. Erosion
- e. Gaussian

Nama :	Jenis Soal	Paraf
NIM :	POST TEST	
Kelas :		

A. Cara Pengisian Lembar Instrument Test

1. Jawablah pertanyaan langsung pada lembar pertanyaan.
2. Berilah tanda silang (x) pada jawaban yang anda anggap paling benar.

Contoh:

1. Ayah dan ibu pergi ke pasar pada pagi hari. Yang termasuk subjek dari kalimat disamping adalah
 - ~~a.~~ Ayah dan ibu
 - b. Pergi
 - c. Pasar
 - d. Pagi Hari
3. Jika dalam pengisian terdapat kesalahan maka berilah tanda sama dengan (=) pada jawaban yang anda anggap salah, selanjutnya berilah tanda silang (x) pada jawaban yang anda anggap benar.

Contoh:

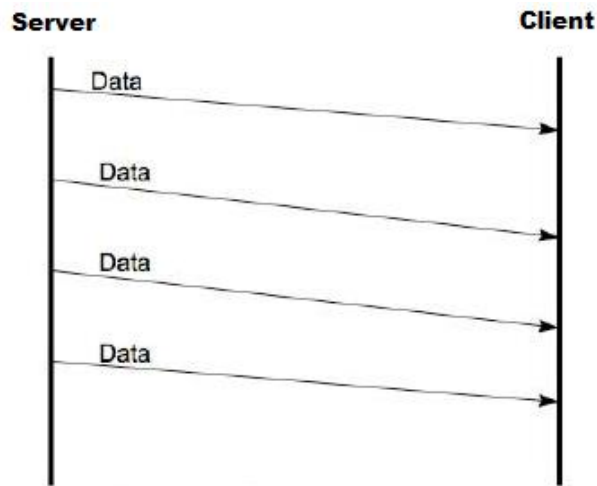
1. Ayah dan ibu pergi ke pasar pada pagi hari. Yang termasuk subjek dari kalimat disamping adalah
 - ~~a.~~ Ayah dan ibu
 - b. Pergi
 - ~~c.~~ Pasar
 - d. Pagi Hari

B. Pertanyaan

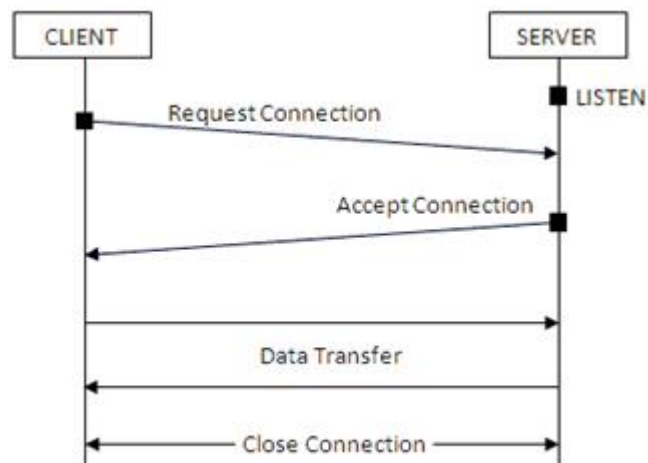
1. Berikut ini yang tidak termasuk dalam lapisan TCP/IP ?
 - a. Application Layer
 - b. Transport Layer
 - c. Internet Layer
 - d. Network Access Layer
 - e. Physical Layer
2. Suatu metode komunikasi yang dapat dilakukan dalam dua arah secara bersamaan adalah ?
 - a. Simplex
 - b. Half Duplex
 - c. Full Duplex
 - d. Broadcast
 - e. serial
3. Standar yang digunakan dalam *Wireless LAN* adalah ?
 - a. IEEE 802.0
 - b. IEEE 802.11
 - c. IEEE 802.3
 - d. IEEE 802.10
 - e. IEEE 802.2
4. Untuk mengakses raspberry pi selain dengan menggunakan layar monitor, juga bisa tanpa menggunakan layar monitor agar menjadi fleksibel yaitu melalui telnet. Berapakah Port telnet yang harus diisikan supaya bisa saling berkomunikasi ?
 - a. COM 1
 - b. LPT1
 - c. 22
 - d. 23
 - e. 8080
5. *IP Address* yang hanya digunakan untuk keperluan *local area network* dan tidak dikenal oleh internet adalah ?
 - a. Public IP Address
 - b. Dynamic IP Address
 - c. Static IP Address
 - d. Network IP Address
 - e. Private IP Address
6. Dalam komunikasi data Wi-Fi *client server* dengan protokol *TCP/IP* selalu melibatkan *IP Address*. Berikut adalah *IP Address* 192.168.7.1/26, dari *IP Address* tersebut tentukan berapa *subnet mask* nya !
 - a. 255.255.255.0
 - b. 255.255.255.1
 - c. 255.255.255.26
 - d. 255.255.255.192
 - e. 255.255.255.255

7. Berikut contoh komunikasi jaringan WLAN yang dapat berkomunikasi secara *peer-to-peer* adalah ?
 - a. Ad-hoc
 - b. Client server
 - c. Master slave
 - d. TCP/IP
 - e. UDP
8. Dalam setiap komunikasi *client server* minimal terdapat 2 buah komputer yang masing-masing difungsikan sebagai sisi *client* dan yang satunya bertindak sebagai sisi *server*. Berikut yang bukan merupakan karakteristik dari *server* adalah ?
 - a. Melayani
 - b. Aktif (request)
 - c. Pasif (listen)
 - d. Mengirim
 - e. Menerima
9. Dalam membuat komunikasi *wireless TCP/IP* terdapat istilah *socket* yang merupakan gabungan dari ?
 - a. IP Address dan Subnet mask
 - b. IP Address dan Mac Address
 - c. IP Address dan Port Address
 - d. IP Address dan Localhost
 - e. IP Address dan Proxy
10. Perintah untuk memberikan alamat *socket* yg ada pada *sockaddr structure* ke *socket descriptor* adalah ?
 - a. Connection Function
 - b. Bind Function
 - c. Listen Function
 - d. Accept Function
 - e. Socket Function
11. Dalam melakukan tes komunikasi *client server* tidak harus menggunakan 2 komputer atau lebih tetapi juga bisa dengan hanya menggunakan 1 komputer yaitu dengan menggunakan *localhost IP* yang berfungsi sebagai *loopback*. Berapakah *IP Address* dari *localhost* pada masing-masing perangkat komputer?
 - a. 127.0.0.0
 - b. 127.0.0.1
 - c. 127.0.0.2
 - d. 127.0.1.0
 - e. 127.0.2.0

12. Metode pengiriman data yang hanya mengirim data tetapi tidak mengkonfirmasi apakah data yang dikirim benar-benar diterima yang ditunjukkan seperti pada gambar dibawah ini merupakan ciri pengiriman data dari komunikasi *wireless* berbasis ?



- a. TCP/IP
 - b. Serial
 - c. Paralel
 - d. UDP
 - e. Ad-hoc
13. Metode pengiriman data yang tidak hanya mengirim data tetapi juga mengkonfirmasi apakah data yang dikirim benar-benar diterima seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini merupakan ciri pengiriman data dari komunikasi *wireless* berbasis ?



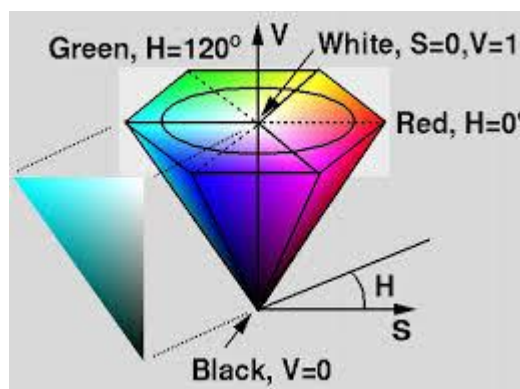
- a. Serial
- b. Peer to peer
- c. Paralel
- d. TCP/IP
- e. Ad-hoc

c. UDP

14. Berikut adalah contoh paket pengiriman data dengan format seperti pada gambar. Jika pengguna akan mengirim paket data dengan perintah `port.write (bytearray.fromhex("FF 55 08 x 01 y"))` maka berapakah nilai x dan y agar dapat dapat saling berkomunikasi ?

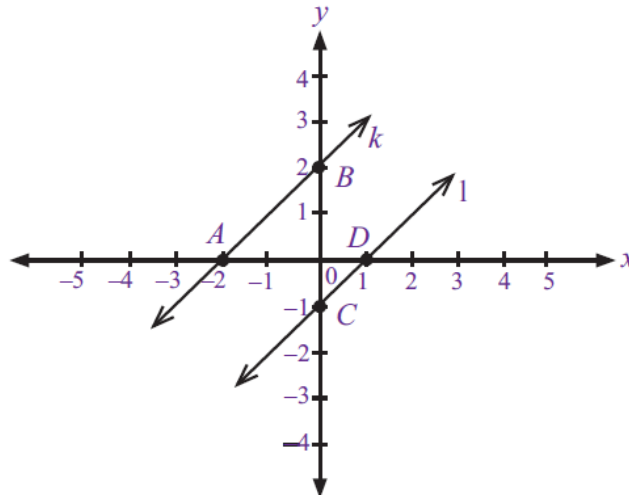
FF	55	Data_L	~Data_L	Data_H	~Data_H
----	----	--------	---------	--------	---------

- a. FE dan FF
 - b. F8 dan EF
 - c. F7 dan FE
 - d. F9 dan FE
 - e. FF dan FE
15. *Customer* meminta Anda untuk membantunya memilih cara yang lebih baik untuk *streaming video*. Apa yang seharusnya anda beritahu kepada *customer* tentang pemilihan jenis protokol ?
- a. Pilih solusi menggunakan TCP, karena TCP tidak memiliki *error correction* dan akan mengirim data jauh lebih cepat
 - b. Pilih solusi menggunakan UDP, karena UDP tidak memiliki *error correction* sehingga akan mengirimkan data jauh lebih cepat.
 - c. Pilih solusi menggunakan TCP, karena TCP memiliki *error correction* dan dapat lebih dipercaya.
 - d. Pilih solusi menggunakan UDP, karena TCP memiliki *error correction* dan dapat lebih dipercaya
 - e. Pilih solusi menggunakan TCP, karena TCP tidak memiliki *error correction* dan dapat lebih dipercaya.
16. Pada gambar di bawah ini akan ditampilkan diagram HSV (*Hue, Saturation, Value*), Berapakah nilai warna kuning murni berdasarkan gambar tersebut ?



- a. $H=120^\circ, S=1, V=1$
- b. $H=0^\circ, S=0, V=1$
- c. $H=60^\circ, S=0, V=1$
- d. $H=60^\circ, S=1, V=0$
- e. $H=60^\circ, S=1, V=1$

17. Pada pengolahan citra digital dapat digunakan untuk menghitung dan mengukur kemiringan suatu garis yaitu dengan metode *hough line transform*. Pada gambar di bawah ini disajikan diagram koordinat kartesius dari 2 garis. Tentukan persamaan garis k dan l !



- a. $y=2x+2; y=1x+1$
- b. $y=x+2; y=x-1$
- c. $y=2x+2; y=2x-1$
- d. $y=x+2; y=x+1$
- e. $y=x-2; y=x+1$

18. Proses pengolahan citra digital ini dapat diilustrasikan seperti pada gambar. Dari ilustrasi gambar di bawah ini, termasuk metode apakah yang digunakan ?

(1)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(2)

				1
			1	
		1		
	1			
1				

(3)

(4)

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	

- a. Erosion
- b. Dilation
- c. Opening
- d. Closing
- e. Circle Hough Transform

19. Sebuah metode yang dapat mengubah citra digital menjadi dua intensitas yaitu 0 atau 1 disebut ?

- a. Gaussian Blur
- b. Dilation
- c. Closing
- d. Erosion
- e. Thresholding

20. Dalam pemrosesan citra digital terdapat metode yang dapat digunakan untuk membedakan warna objek yang diinginkan dengan warna sekitar di luar objek yaitu yang dikenal dengan istilah ?

- a. Blob counter
- b. Grayscale
- c. Filtering
- d. Erosion
- e. Gaussian Blur

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS

Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,

Bapak Drs. Mutaqin, M.Pd, MT

Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro

di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Arif Nugroho

NIM : 12518244003

Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika

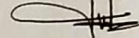
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika
menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis
komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.

Yogyakarta, 14 Maret 2016

Pemohon,



Arif Nugroho
NIM. 12518244003

Mengetahui,

Kaprodi P.T. Mekatronika,



Herlambang Sigit Pramono, M.Cs.
NIP. 19650829 199903 1 001

Dosen Pembimbing TAS,



Sigit Pramono, M.T.
NIP. 19730125 199903 1 001

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Drs. Mutaqin, M.Pd, MT
NIP : 19640405 199001 1 001
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Arif Nugroho
NIM : 12518244003
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika
menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis
komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Mei 2016

Validator,



Drs. Mutaqin, M.Pd, MT
NIP. 19640405 199001 1 001

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

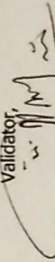
Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Arif Nugroho NIM : 12518244003
 Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
		Isi alat lembar saran pd instrumen
		orde!
	Komentar Umum/Lain-lain:	

Yogyakarta, Mei 2016

Validator,



Dr. S. Mutaqin, M.Pd, MT
 NIP. 19640405 199001 1 001

Hal : Permohonan Validasi Instrumen TAS
Lampiran : 1 Bendel

Kepada Yth,
Bapak Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd, M.Eng
Dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
di Fakultas Teknik UNY

Sehubungan dengan rencana pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi (TAS), dengan ini saya:

Nama : Arif Nugroho
NIM : 12518244003
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika
menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis
komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP

dengan hormat mohon Bapak berkenan memberikan validasi terhadap instrumen penelitian TAS yang telah saya susun. Sebagai bahan pertimbangan, bersama ini saya lampirkan: (1) proposal TAS, (2) kisi-kisi instrumen penelitian TAS, dan (3) draf instrumen penelitian TAS.

Demikian permohonan saya, atas bantuan dan perhatian Bapak diucapkan terima kasih.


Yogyakarta, Mei 2016

Pemohon,


Arif Nugroho
NIM. 12518244003

Mengetahui,

Kaprodi P.T. Mekatronika,


Herlambang Sigit Pramono, M.Cs.
NIP. 19650829 199903 1 001

Dosen Pembimbing TAS,


Sigit Yatmono, MT
NIP. 19730125 199903 1 001

**SURAT PERNYATAAN VALIDASI
INSTRUMEN PENELITIAN TUGAS AKHIR SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd, M.Eng
NIP : 19760720 200112 1 002
Jurusan : Pendidikan Teknik Elektro

menyatakan bahwa instrumen penelitian TAS atas nama mahasiswa:

Nama : Arif Nugroho
NIM : 12518244003
Program Studi : Pendidikan Teknik Mekatronika
Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika
menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis
komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP

Setelah dilakukan kajian atas instrumen penelitian TAS tersebut dapat dinyatakan:

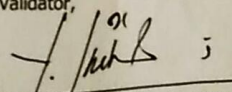
- ☐ Layak digunakan untuk penelitian
☒ Layak digunakan dengan perbaikan
☐ Tidak layak digunakan untuk penelitian yang bersangkutan

dengan saran/perbaikan sebagaimana terlampir.

Demikian agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, Mei 2016

Validator,


Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd, M.Eng
NIP. 19760720 200112 1 002

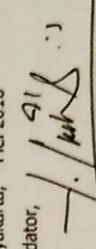
Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Hasil Validasi Instrumen Penelitian TAS

Nama Mahasiswa : Arif Nugroho NIM : 12518244003
 Judul TAS : Pengembangan Media Pembelajaran Robotika menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP

No.	Variabel	Saran/Tanggapan
		Lembar Instrumen agar jelas penerangan, validasi dan apa.
		Pembuatan Instrumen sesuai dan kiri-kiri instrumen. Kiri-kiri sesuai dan teori. setelah bisa dilihat, apakah apa saja yang akan di analisis data.
	Komentar Umum/Lain-lain:	

Yogyakarta, Mei 2016
 Validator,

 Yuwono Indro Hatmojo, S.Pd, M.Eng
 NIP. 19760720 200112 1 002

Lampiran 8. Hasil Validasi Kelayakan Media Pembelajaran

LEMBAR INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan bapak, ibu atau saudara untuk menjadi validator "**Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP**" agar layak digunakan sebagai media pembelajaran.

A. Petunjuk Pengisian Instrumen Media Pembelajaran

1. Silahkan berilah tanda centang (✓) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama validator dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Kebermanfaatan					
1.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator membantu proses pembelajaran robotika			✓	
2.	Media Pembelajaran robot manipulator meningkatkan kualitas pembelajaran robotika			✓	
3.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat menambah wawasan peserta didik				✓
4.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik			✓	
5.	Peserta didik lebih memahami materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				✓

6.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kreativitasnya				✓
7.	Pendidik dapat menarik perhatian siswa dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator			✓	
8.	Pendidik lebih mudah dalam menyampaikan materi ajar dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator			✓	
Aspek Perangkat Media Pembelajaran					
9.	Ukuran media pembelajaran robot manipulator sangat ergonomis, sesuai dengan kebutuhan dan cara penggunaan			✓	
10.	Perangkat keras pada media pembelajaran robot manipulator umumnya banyak ditemui di pasaran elektronik				✓
11.	Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program media pembelajaran robot manipulator banyak ditemui di kalangan pengembang aplikasi			✓	
12.	Fungsi dari setiap aktuator pada media pembelajaran robot manipulator bekerja dengan baik				✓
13.	Fungsi dari kontroler pada media pembelajaran robot manipulator bekerja dengan baik			✓	
14.	Proses penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dan <i>server</i> bekerja dengan baik			✓	
15.	Proses pengiriman dan penerimaan antara program <i>client</i> dan program <i>server</i> dapat bekerja dengan baik				✓
16.	Proses pengendalian robot manipulator menggunakan komunikasi data berbasis Wi-Fi dapat bekerja dengan baik			✓	
Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran					
17.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator memiliki hubungan dengan materi kuliah lain (komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)			✓	
18.	Media pembelajaran robot manipulator dapat digunakan pada materi ajar lainnya				✓

	(komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				
19.	Media pembelajaran dibangun dari beberapa materi kuliah yang ada di perkuliahan (komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)			✓	
20.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator banyak digunakan dalam proses otomasi industri			✓	

C. Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D. Kesimpulan

Setelah dilakukan kajian pada media pembelajaran, maka media pembelajaran *Mobile Robot Manipulator* dapat dinyatakan :

- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan tanpa revisi
- ☒ Layak untuk diuji coba lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak

Yogyakarta,

Validator,



(.....)

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR INSTRUMEN MEDIA PEMBELAJARAN

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan bapak, ibu atau saudara untuk menjadi validator **"Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP"** agar layak digunakan sebagai media pembelajaran.

A. Petunjuk Pengisian Instrumen Media Pembelajaran

1. Silahkan berilah tanda centang (✓) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama validator dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Kebermanfaatan					
1.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator membantu proses pembelajaran robotika				✓
2.	Media Pembelajaran robot manipulator meningkatkan kualitas pembelajaran robotika				✓
3.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat menambah wawasan peserta didik				✓
4.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik				✓
5.	Peserta didik lebih memahami materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				✓

6.	Penggunaan media pembelajaran robot manipulator dapat membantu peserta didik dalam mengembangkan kreativitasnya				✓
7.	Pendidik dapat menarik perhatian siswa dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				✓
8.	Pendidik lebih mudah dalam menyampaikan materi ajar dengan menggunakan media pembelajaran robot manipulator				✓
Aspek Perangkat Media Pembelajaran					
9.	Ukuran media pembelajaran robot manipulator sangat ergonomis, sesuai dengan kebutuhan dan cara penggunaan			✓	
10.	Perangkat keras pada media pembelajaran robot manipulator umumnya banyak ditemui di pasaran elektronik			✓	
11.	Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat program media pembelajaran robot manipulator banyak ditemui di kalangan pengembang aplikasi			✓	
12.	Fungsi dari setiap aktuator pada media pembelajaran robot manipulator bekerja dengan baik			✓	
13.	Fungsi dari kontroler pada media pembelajaran robot manipulator bekerja dengan baik				✓
14.	Proses penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dan <i>server</i> bekerja dengan baik				✓
15.	Proses pengiriman dan penerimaan antara program <i>client</i> dan program <i>server</i> dapat bekerja dengan baik			✓	✓
16.	Proses pengendalian robot manipulator menggunakan komunikasi data berbasis Wi-Fi dapat bekerja dengan baik				✓
Aspek Keterkaitan Media Pembelajaran					
17.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator memiliki hubungan dengan materi kuliah lain (komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				✓
18.	Media pembelajaran robot manipulator dapat digunakan pada materi ajar lainnya				✓

	(komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				
19.	Media pembelajaran dibangun dari beberapa materi kuliah yang ada di perkuliahan (komunikasi data, jaringan komputer, dan antar muka)				✓
20.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media pembelajaran robot manipulator banyak digunakan dalam proses otomasi industri				✓

C. Saran

.....

.....

.....

.....

.....

.....

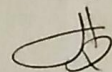
D. Kesimpulan

Setelah dilakukan kajian pada media pembelajaran, maka media pembelajaran *Mobile Robot Manipulator* dapat dinyatakan :

- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan tanpa revisi
- ☒ Layak untuk diuji coba lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak

Yogyakarta,

Validator,



(*Moh. Khairi*)

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan bapak, ibu atau saudara untuk menjadi validator "**Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP**" agar layak digunakan sebagai media pembelajaran.

A. Petunjuk Pengisian Instrumen Materi Pembelajaran

1. Silahkan Berilah tanda centang (✓) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama validator dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Materi Ajar					
1.	Media pembelajaran robot manipulator relevan dengan mata kuliah robotika				✓
2.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media robot manipulator sesuai dengan tujuan				✓
3.	Kompetensi materi jelas			✓	
4.	Materi tentang komunikasi <i>client server</i> diuraikan dengan jelas				✓
5.	Bahasa pengantar yang dimuat pada <i>labsheet</i> mudah dipahami			✓	
6.	<i>Labsheet</i> disertai dengan pengantar materi untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang akan disampaikan.				✓
7.	<i>Labsheet</i> memiliki keterkaitan dengan media pembelajaran				✓

8.	<i>Labsheet</i> menyajikan langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran				✓
9.	Langkah-langkah Konfigurasi <i>Remote Desktop</i> diuraikan dengan jelas.				✓
10.	Langkah-langkah pembuatan program <i>client</i> dan <i>server</i> diuraikan dengan jelas				✓
11.	Langkah-langkah penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dengan <i>server</i> diuraikan dengan jelas.				✓
12.	Langkah-langkah pengiriman dan penerimaan data antara program <i>client</i> dengan <i>server</i> diuraikan dengan jelas.			✓	
13.	Ilustrasi dalam <i>labsheet</i> memudahkan pengguna dalam mengoperasikan robot				✓
14.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media robot manipulator sesuai dengan kebutuhan peserta didik			✓	
15.	Materi ajar yang disampaikan mempunyai keterkaitan yang sangat erat dengan materi ajar lainnya				✓
Aspek Kebermanfaatan					
16.	Keberadaan <i>labsheet</i> membantu peserta didik memahami materi				✓
17.	Keberadaan <i>labsheet</i> menyajikan kemudahan peserta didik dalam mengoperasikan media pembelajaran				✓
18.	Keberadaan <i>labsheet</i> menjadikan peserta didik tidak banyak melakukan kesalahan pada langkah kerja				✓
19.	<i>Labsheet</i> membantu pendidik dalam menjelaskan materi pembelajaran			✓	
20.	<i>Labsheet</i> membantu pendidik dalam mendemonstrasikan media pembelajaran				✓

C. Saran

.....


.....

.....

.....

.....

Setelah dilakukan kajian pada materi pembelajaran, maka media pembelajaran *Mobile Robot Manipulator* dapat dinyatakan :

- Yogyakarta,
Validator,

(Denny Budhi H)

☐ Beri tanda ✓

LEMBAR INSTRUMEN MATERI PEMBELAJARAN

Dalam rangka penelitian tugas akhir skripsi, saya mohon bantuan bapak, ibu atau saudara untuk menjadi validator "**Pengembangan Media Pembelajaran Robotika Menggunakan *Mobile Robot Manipulator* berbasis komunikasi data Wi-Fi dengan protokol TCP/IP**" agar layak digunakan sebagai media pembelajaran.

A. Petunjuk Pengisian Instrumen Materi Pembelajaran

1. Silahkan Berilah tanda centang (✓) pada salah satu jawaban dari setiap pernyataan yang sesuai dengan pendapat validator. Keterangan pilihan jawaban STS : Sangat Tidak Setuju, TS : Tidak Setuju, S : Setuju, SS : Sangat Setuju
2. Apabila ada kekurangan dan juga masukan, mohon kiranya berkenan memberikan saran dan komentar pada bagian yang telah disediakan.
3. Mohon tuliskan nama validator dan tanda tangan pada kolom yang disediakan sebagai bukti dari isi instrumen ini benar tanpa adanya manipulasi data.

B. Instrumen Penilaian

No	Pernyataan	Jawaban			
		STS	TS	S	SS
Aspek Materi Ajar					
1.	Media pembelajaran robot manipulator relevan dengan mata kuliah robotika			✓	
2.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media robot manipulator sesuai dengan tujuan			✓	
3.	Kompetensi materi jelas		✓		
4.	Materi tentang komunikasi <i>client server</i> diuraikan dengan jelas			✓	
5.	Bahasa pengantar yang dimuat pada <i>labsheet</i> mudah dipahami			✓	
6.	<i>Labsheet</i> disertai dengan pengantar materi untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi yang akan disampaikan.			✓	
7.	<i>Labsheet</i> memiliki keterkaitan dengan media pembelajaran			✓	

8.	<i>Labsheet</i> menyajikan langkah-langkah pengoperasian media pembelajaran			✓	
9.	Langkah-langkah Konfigurasi <i>Remote Desktop</i> diuraikan dengan jelas.			✓	
10.	Langkah-langkah pembuatan program <i>client</i> dan <i>server</i> diuraikan dengan jelas			✓	
11.	Langkah-langkah penyambungan (<i>pairing</i>) antara program <i>client</i> dengan <i>server</i> diuraikan dengan jelas.			✓	
12.	Langkah-langkah pengiriman dan penerimaan data antara program <i>client</i> dengan <i>server</i> diuraikan dengan jelas.			✓	
13.	Ilustrasi dalam <i>labsheet</i> memudahkan pengguna dalam mengoperasikan robot			✓	
14.	Materi ajar yang disampaikan menggunakan media robot manipulator sesuai dengan kebutuhan peserta didik			✓	
15.	Materi ajar yang disampaikan mempunyai keterkaitan yang sangat erat dengan materi ajar lainnya			✓	
Aspek Kebermanfaatan					
16.	Keberadaan <i>labsheet</i> membantu peserta didik memahami materi		✓		
17.	Keberadaan <i>labsheet</i> menyajikan kemudahan peserta didik dalam mengoperasikan media pembelajaran			✓	
18.	Keberadaan <i>labsheet</i> menjadikan peserta didik tidak banyak melakukan kesalahan pada langkah kerja <i>7</i> <i>Pastikan Langkah kerja ada di dalam</i>			✓	
19.	<i>Labsheet</i> membantu pendidik dalam menjelaskan materi pembelajaran <i>Labsheet</i> <i>lokus</i> <i>yang</i> <i>terdapat</i>			✓	
20.	<i>Labsheet</i> membantu pendidik dalam mendemonstrasikan media pembelajaran <i>lokus</i> <i>demonstrasi</i>			✓	

C. Saran

- ① Metode pembelajaran dihilangkan saja
- ② Perlu ditambahkan sub Poin tentang Tugas atau Latihan
- ③ Gunakan kop dan footer format job/labsheet di Instansi yg relevan
- ④ Beberapa poin validasi tidak relevan 18, 19, 20

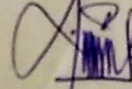
D. Kesimpulan

Setelah dilakukan kajian pada materi pembelajaran, maka media pembelajaran *Mobile Robot Manipulator* dapat dinyatakan :

- ☐ Layak untuk diuji coba lapangan tanpa revisi
- ☒ Layak untuk diuji coba lapangan dengan revisi
- ☐ Tidak layak

Yogyakarta, 24 Mei 2016

Validator,



(Andik Akmara)

Catatan:

☐ Beri tanda ✓

Hasil Uji Validasi Ahli Media

No	Nama	ASPEK YANG DINILAI																				Jumlah Skor
		Kebermanfaatan								Perangkat Media								Keterkaitan Media				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Herlambang Sigit P, M.Cs	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	67
2	Moh. Khairudin, PhD	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	75

Hasil Uji Validasi Ahli Materi

No	Nama	ASPEK YANG DINILAI																				Jumlah Skor
		Kualitas Materi Ajar															Kebermanfaatan					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Deny Budi Hertanto, M.Kom	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	75
2	Andik Asmara, M.Pd	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	58

Hasil Penilaian Peserta Didik

No	Nama	ASPEK YANG DINILAI																				Jumlah Skor
		Kebermanfaatan								Perangkat Media								Keterkaitan Media				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Peserta didik 1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	73
2	Peserta didik 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
3	Peserta didik 3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	66
4	Peserta didik 4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	69
5	Peserta didik 5	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	66
6	Peserta didik 6	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	3	4	3	3	71
7	Peserta didik 7	3	3	3	2	2	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	55
8	Peserta didik 8	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	59
9	Peserta didik 9	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66
10	Peserta didik 10	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	76
11	Peserta didik 11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	79
12	Peserta didik 12	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59
13	Peserta didik 13	3	3	4	3	4	3	3	2	2	3	2	4	3	4	4	3	3	3	3	3	62
14	Peserta didik 14	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	72

Analisis Reliabilitas Data Pengguna

No	Nama	No Butir																				Skor total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Peserta didik 1	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	73
2	Peserta didik 2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80
3	Peserta didik 3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	66
4	Peserta didik 4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	69
5	Peserta didik 5	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	66
6	Peserta didik 6	4	3	4	4	3	3	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	3	4	3	3	71
7	Peserta didik 7	3	3	3	2	2	3	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	55
8	Peserta didik 8	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	59
9	Peserta didik 9	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	66
10	Peserta didik 10	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	76
11	Peserta didik 11	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	79
12	Peserta didik 12	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	59
13	Peserta didik 13	3	3	4	3	4	3	3	2	2	3	2	4	3	4	4	3	3	3	3	3	62
14	Peserta didik 14	4	4	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	72
ΣX		51	48	50	49	48	50	47	47	46	43	44	48	46	48	50	47	49	49	46	47	
$(\Sigma X)^2$		2601	2304	2500	2401	2304	2500	2209	2209	2116	1849	1936	2304	2116	2304	2500	2209	2401	2401	2116	2209	
$\Sigma(X^2)$		189	168	182	177	170	182	161	165	160	133	146	170	154	168	182	161	175	175	158	163	
ΣY																						953
$(\Sigma Y)^2$																						908209
$\Sigma(Y^2)$																						65631
Varians butir		0.23	0.24	0.24	0.39	0.39	0.24	0.23	0.52	0.63	0.07	0.55	0.39	0.2	0.24	0.24	0.23	0.25	0.25	0.49	0.37	
Jumlah Varians butir																						6.413265
Varians total																						54.20918
Reliabilitas																						0.928099

Analisis Data Validasi Media

No	Nama	ASPEK YANG DINILAI																								Analisis			
		Kebermanfaatan								Sub t	Kateg	Perangkat Media								Sub t	Kateg	Keterkaitan Media				Sub t	Kateg	Total	Kateg
		1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	14	15	16			17	18	19	20				
1	Ahli Media 1	3	3	4	3	4	4	3	3	27	SL	3	4	3	4	3	3	4	3	27	SL	3	4	3	3	13	L	67	SL
2	Ahli Media 2	4	4	4	4	4	4	4	4	32	SL	3	3	3	3	4	4	3	4	27	SL	4	4	4	4	16	SL	75	SL
Jumlah										59										54						29		142	
Rerata										30	SL									27	SL					15	SL	71	SL
Persentase										92	%									84	%					91	%	89	%

Kebermanfaatan	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	32	26	<	x	≡	32	SL	
Skor minimum	8	20	<	x	≡	26	L	
Mean Ideal	20	14	<	x	≡	20	TL	
Simpangan Ideal	4	8	<	x	≡	14	STL	

Perangkat Media	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	32	26	<	x	≡	32	SL	
Skor minimum	8	20	<	x	≡	26	L	
Mean Ideal	20	14	<	x	≡	20	TL	
Simpangan Ideal	4	8	<	x	≡	14	STL	

Kode	Keterangan
SL	Sangat Layak
L	Layak
TL	Tidak Layak
STL	Sangat Tidak Layak

Keterkaitan Media	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	16	13	<	x	≡	16	SL	
Skor minimum	4	10	<	x	≡	13	L	
Mean Ideal	10	7	<	x	≡	10	TL	
Simpangan Ideal	2	4	<	x	≡	7	STL	

Keseluruhan	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	80	65	<	x	≡	80	SL	
Skor minimum	20	50	<	x	≡	65	L	
Mean Ideal	50	35	<	x	≡	50	TL	
Simpangan Ideal	10	20	<	x	≡	35	STL	

Analisis Data Validasi Materi

No	Nama	ASPEK YANG DINILAI																						Analisis			
		Kualitas Materi Ajar															Sub t	Kateg	Kebermanfaatan					Sub t	Kateg	Total	Kateg
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			16	17	18	19	20				
1	Ahli Materi 1	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	56	SL	4	4	4	3	4	19	SL	75	SL
2	Ahli Materi 2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44	L	2	3	3	3	3	14	L	58	L
Jumlah																	100							33		133	
Rerata																	50	SL						16.5	SL	66.5	SL
Persentase																	83.3	%						82.5	%	83.1	%

Kualitas Media Ajar	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	60	49	<	x	≧	60	SL	
Skor minimum	15	38	<	x	≧	49	L	
Mean Ideal	38	26	<	x	≧	38	TL	
Simpangan Ideal	7.5	15	<	x	≧	26	STL	

Kebermanfaatan	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	20	16	<	x	≧	20	SL	
Skor minimum	5	13	<	x	≧	16.3	L	
Mean Ideal	12.5	8.8	<	x	≧	12.5	TL	
Simpangan Ideal	2.5	5	<	x	≧	8.75	STL	

Keseluruhan	Bobot	Interval Skor						Kategori
Skor maximum	80	65	<	x	≧	80	SL	
Skor minimum	20	50	<	x	≧	65	L	
Mean Ideal	50	35	<	x	≧	50	TL	
Simpangan Ideal	10	20	<	x	≧	35	STL	

Kode	Keterangan
SL	Sangat Layak
L	Layak
TL	Tidak Layak
STL	Sangat Tidak Layak

Analisis Data Uji Pengguna

No	Nama	ASPEK YANG DINILAI																								Analisis			
		Kebermanfaatan								Sub total	Kategori	Perangkat Media								Sub total	Kategori	Keterkaitan Media				Sub total	Kategori	Total	Kategori
		1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	14	15	16			17	18	19	20				
1	Peserta didik 1	4	4	4	4	4	4	3	3	30	SL	4	3	3	4	3	3	4	3	27	SL	4	4	4	4	16	SL	73	SL
2	Peserta didik 2	4	4	4	4	4	4	4	4	32	SL	4	4	4	4	4	4	4	4	32	SL	4	4	4	4	16	SL	80	SL
3	Peserta didik 3	3	3	4	3	3	4	3	3	26	L	3	3	4	3	3	3	3	3	25	L	4	4	3	4	15	SL	66	SL
4	Peserta didik 4	3	3	3	4	3	4	4	3	27	SL	4	3	3	3	3	3	4	4	27	SL	4	3	4	4	15	SL	69	SL
5	Peserta didik 5	4	3	3	4	4	4	3	4	29	SL	4	3	2	3	3	3	4	3	25	L	3	3	3	3	12	L	66	SL
6	Peserta didik 6	4	3	4	4	3	3	4	4	29	SL	4	3	2	4	4	4	4	4	29	SL	3	4	3	3	13	L	71	SL
7	Peserta didik 7	3	3	3	2	2	3	3	4	23	L	2	3	3	2	3	3	3	3	22	L	3	3	2	2	10	L	55	L
8	Peserta didik 8	4	3	3	3	3	3	3	3	25	L	2	3	3	3	3	3	3	3	23	L	3	3	2	3	11	L	59	L
9	Peserta didik 9	4	4	4	4	4	4	3	3	30	SL	3	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	3	3	12	L	66	SL
10	Peserta didik 10	4	4	4	3	4	4	3	4	30	SL	4	3	4	4	4	4	4	4	31	SL	4	4	4	3	15	SL	76	SL
11	Peserta didik 11	4	4	4	4	4	4	4	4	32	SL	4	3	4	4	4	4	4	4	31	SL	4	4	4	4	16	SL	79	SL
12	Peserta didik 12	3	3	3	3	3	3	3	2	23	L	3	3	3	3	3	3	3	3	24	L	3	3	3	3	12	L	59	L
13	Peserta didik 13	3	3	4	3	4	3	3	2	25	L	2	3	2	4	3	4	4	3	25	L	3	3	3	3	12	L	62	L
14	Peserta didik 14	4	4	3	4	3	3	4	4	29	SL	3	3	4	4	3	4	3	3	27	SL	4	4	4	4	16	SL	72	SL
Jumlah										390										372						191		953	
Rerata										27.9	SL									26.6	SL					13.6	SL	68.1	SL
Persentase										87.1	%									83	%					85.3	%	85.1	%

Kebermanfaatan	Bobot	Interval Skor						Kategori	Frekuensi	Persentase
Skor maximum	32	26	<	x	≤	32	SL	9	64.3	%
Skor minimum	8	20	<	x	≤	26	L	5	35.7	%
Mean Ideal	20	14	<	x	≤	20	TL	0	0	%
Simpangan Ideal	4	8	<	x	≤	14	STL	0	0	%

Keterkaitan Media	Bobot	Interval Skor						Kategori	Frekuensi	Persentase
Skor maximum	16	13	<	x	≤	16	SL	7	50	%
Skor minimum	4	10	<	x	≤	13	L	7	50	%
Mean Ideal	10	7	<	x	≤	10	TL	0	0	%
Simpangan Ideal	2	4	<	x	≤	7	STL	0	0	%

Perangkat Media	Bobot	Interval Skor						Kategori	Frekuensi	Persentase
Skor maximum	32	26	<	x	≤	32	SL	7	50	%
Skor minimum	8	20	<	x	≤	26	L	7	50	%
Mean Ideal	20	14	<	x	≤	20	TL	0	0	%
Simpangan Ideal	4	8	<	x	≤	14	STL	0	0	%

Keseluruhan	Bobot	Interval Skor						Kategori	Frekuensi	Persentase
Skor maximum	80	65	<	x	≤	80	SL	10	71.4	%
Skor minimum	20	50	<	x	≤	65	L	4	28.6	%
Mean Ideal	50	35	<	x	≤	50	TL	0	0	%
Simpangan Ideal	10	20	<	x	≤	35	STL	0	0	%

HASIL PENILAIAN PRETEST DAN POSTTEST

No	NIM	Hasil Pretest			Hasil Posttest		
		Benar	Nilai	Keterangan	Benar	Nilai	Keterangan
1	13518241008	4	20	Tidak Lulus	9	45	Tidak Lulus
2	13518241012	7	35	Tidak Lulus	12	60	Lulus
3	13518241021	4	20	Tidak Lulus	6	30	Tidak Lulus
4	13518241005	7	35	Tidak Lulus	7	35	Tidak Lulus
5	13518241017	7	35	Tidak Lulus	15	75	Lulus
6	13518241018	14	70	Lulus	16	80	Lulus
7	13518241003	7	35	Tidak Lulus	9	70	Lulus
8	13518241010	6	30	Tidak Lulus	7	75	Lulus
9	13518241020	3	15	Tidak Lulus	12	60	Lulus
10	13518241004	6	30	Tidak Lulus	13	65	Lulus
11	13518241001	6	30	Tidak Lulus	12	60	Lulus
12	13518241019	3	15	Tidak Lulus	12	60	Lulus
13	13518241015	7	35	Tidak Lulus	13	65	Lulus
14	13518241009	4	20	Tidak Lulus	14	70	Lulus
Rerata		6.071429	30.35714	Tidak Lulus	11.21429	60.71429	Lulus
Selisih		30.35714286					



PEMERINTAH KABUPATEN SLEMAN
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Jalan Parasamya Nomor 1 Beran, Tridadi, Sleman, Yogyakarta 55511
Telepon (0274) 868800, Faksimili (0274) 868800
Website: www.bappeda.slemankab.go.id, E-mail : bappeda@slemankab.go.id

SURAT IZIN

Nomor : 070 / Bappeda / 1422 / 2016

**TENTANG
PENELITIAN**

KEPALA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN DAERAH

Dasar : Peraturan Bupati Sleman Nomor : 45 Tahun 2013 Tentang Izin Penelitian, Izin Kuliah Kerja Nyata,
Dan Izin Praktik Kerja Lapangan.
Menunjuk : Surat dari Kepala Kantor Kesatuan Bangsa Kab. Sleman
Nomor : 070/Kesbang/1351/2016
Hal : Rekomendasi Penelitian
Tanggal : 04 April 2016

MENGIZINKAN :

Kepada :
Nama : ARIF NUGROHO
No.Mhs/NIM/NIP/NIK : 12518244003
Program/Tingkat : S1
Instansi/Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
Alamat instansi/Perguruan Tinggi : Karangmalang Sleman Yogyakarta
Alamat Rumah : Ranterejo Klirong Kebumen Jateng
No. Telp / HP : 085729502366
Untuk : Mengadakan Penelitian / Pra Survey / Uji Validitas / PKL dengan judul
**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN ROBOTIKA MENGGUNAKAN
MOBILE ROBOT MANIPULATOR BERBASIS KOMUNIKASI DATA WI-FI
DENGAN PROTOKOL TCP/IP**
Lokasi : Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY Sleman
Waktu : Selama 3 Bulan mulai tanggal 04 April 2016 s/d 04 Juli 2016

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. *Wajib melaporkan diri kepada Pejabat Pemerintah setempat (Camat/ Kepala Desa) atau Kepala Instansi untuk mendapat petunjuk seperlunya.*
2. *Wajib menjaga tata tertib dan mentaati ketentuan-ketentuan setempat yang berlaku.*
3. *Izin tidak disalahgunakan untuk kepentingan-kepentingan di luar yang direkomendasikan.*
4. *Wajib menyampaikan laporan hasil penelitian berupa 1 (satu) CD format PDF kepada Bupati diserahkan melalui Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.*
5. *Izin ini dapat dibatalkan sewaktu-waktu apabila tidak dipenuhi ketentuan-ketentuan di atas.*

Demikian izin ini dikeluarkan untuk digunakan sebagaimana mestinya, diharapkan pejabat pemerintah/non pemerintah setempat memberikan bantuan seperlunya.

Setelah selesai pelaksanaan penelitian Saudara wajib menyampaikan laporan kepada kami 1 (satu) bulan setelah berakhirnya penelitian.

Tembusan :

1. Bupati Sleman (sebagai laporan)
2. Rektor UNY
3. Dekan Fak. Teknik UNY
4. Ka. Jur. Pendidikan Teknik Elektro UNY
5. Yang Bersangkutan

Dikeluarkan di Sleman

Pada Tanggal : 4 April 2016

a.n. Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah

Sekretaris

Kepala Bidang Statistik, Penelitian, dan Perencanaan



RIYATUN, S.I.P, MT
Pemoma, IV/a

NIP 19720411 199603 2 003